

**HUBUNGAN KADAR HbA1c DENGAN GANGGUAN
PENDENGARAN SENSORINEURAL PADA
PASIEN DM TIPE 2**

SKRIPSI



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Oleh :

**ASMA DWI NANTIKA SITOMPUL
1808260017**

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

**HUBUNGAN KADAR HbA1c DENGAN GANGGUAN
PENDENGARAN SENSORINEURAL PADA
PASIEN DM TIPE 2**



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Oleh:

**ASMA DWI NANTIKA SITOMPUL
1808260017**

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Asma Dwi Nantika Sitompul

NPM : 1808260017

Judul Skripsi : **Hubungan Kadar HbA1c dengan Gangguan Pendengaran
Sensorineural pada Pasien DM tipe 2**

Dengan pernyataan ini saya perbuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 28 Agustus 2022



Asma Dwi Nantika Sitompul



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI, PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEDOKTERAN

Jalan Gedung Arca No. 53 Medan 20217 Telp. (061) 7350163 – 7333162 Ext. 20 Fax. (061) 7363488
Website : www.umsu.ac.id E-mail : rektor@umsu.ac.id
Bankir : Bank Syariah Mandiri, Bank Bukopin, Bank Mandiri, Bank BNI 1946, Bank Sumut

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : ASMA DWI NANTIKA SITOMPUL

NPM : 1808260017

Judul : HUBUNGAN KADAR HbA1c DENGAN GANGGUAN
PENDENGARAN SENSORINEURAL PADA PASIEN DM TIPE 2

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian
persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Fakultas
Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing,

dr. Muhammad Edy Syahputra Nasution, M. Ked (ORL-HNS), Sp. THT-KL

Penguji 1

dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THT-KL (K)
NIDN/NUP: 0106098201

Penguji

dr. Huwainan Nisa Nasution, M.Kes, Sp.PD



Dr. Siti Masliana Siregar, Sp. THT-KL(K))

NIDN/NUP: 0106098201

Ketua Program Studi Pendidikan Dokter
FK UMSU

dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked

NIDN : 0112098605

Ditetapkan di : Medan

Tanggal : 28 Agustus 2022

Unggul | Cerdas | Terpercaya

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur saya ucapkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala karena berkat rahmatNya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran pada Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. dr Siti Masliana Siregar, Sp.THT-KL (K) selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. dr. Desi Isnayanti, M.Pd. Ked selaku Ketua Program Studi Pendidikan Dokter.
3. dr. Muhammad Edy Syahputra Nasution, M. Ked (ORL-HNS), Sp. THT-KL selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
4. dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THT-KL (K) yang telah bersedia menjadi dosen penguji satu dan memberi banyak masukan untuk penyelesaian skripsi ini.
5. dr. Huwainan Nisa Nasution, M.Kes, Sp.PD yang telah bersedia menjadi dosen penguji dua dan memberi banyak masukan untuk penyelesaian skripsi ini.
6. Orangtua dan keluarga tercinta, Abi Aman Sakti Sitompul, S.E., Ummi Nina Yuniarsih, S.Pd., M.Si., kakak saya Amni Ayu Sri Rizki Sitompul, S.Sos., abang saya Ahmad Yusuf Pasaribu, HE., dan adik saya Adani Taufiqqurahman Sitompul yang telah memberikan doa, kasih sayang luar biasa dan dukungan material maupun moral.
7. Terima kasih kepada abangda Fadhlan Zamzami Sitio, S.H. yang telah membantu saya dan memberikan arahan serta dukungan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
8. Seluruh staf pekerja di Rs.Bhayangkara Tingkat II Medan, Klinik Iman Martubung dan juga staf Kasoem Hearing Center yang telah banyak membantu saya selama berlangsungnya penelitian.

9. Keluarga besar TBM FK UMSU yang telah banyak membantu saya selama berlangsungnya penelitian ini.

Saya menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran demi kesempurnaan tulisan ini sangat saya harapkan. Akhir kata, Saya berharap Allah Subhanahu Wata'ala berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Medan, 28 Agustus 2022

Penulis,

Asma Dwi Nantika Sitompul

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : Asma Dwi Nantika Sitompul

NPM : 1808260017

Fakultas : Kedokteran

Demikian pengembanagn ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas skripsi saya yang berjudul: **Hubungan Kadar HbA1c dengan Gangguan Pendengaran Sensorineural pada Pasien DM tipe 2.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan

Pada tanggal: 28 Agustus 2022

Yang menyatakan

(Asma Dwi Nantika Sitompul)

ABSTRAK

Pendahuluan: Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia dan salah satu komplikasi yang dapat disebabkan oleh DM adalah gangguan pendengaran, terutama tuli sensorineural. Pada pasien DM tipe 2 yang HbA1c tidak terkontrol akan mengalami gangguan pendengaran yang mana DM ini sendiri akan merusak saraf pendengaran yang biasa disebut sebagai neuropati saraf pendengaran. Adapun tujuan penelitian adalah untuk mengetahui hubungan antara HbA1c dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan pendekatan *cross-sectional* terhadap 40 pasien DM tipe 2 yang berusia 40-65 tahun dilakukan di Klinik Iman Martubung. **Hasil:** Didapatkan sampel paling banyak adalah perempuan dengan usia 51-60 tahun (62,5%). Hasil pemeriksaan didominasi oleh HbA1C $\geq 6,5$ % dan memiliki gangguan pendengaran sensorineural sebanyak 28 orang (87,5%) dan hubungan antara HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2 dengan teknik analisis menggunakan uji *fisher's exact* dengan nilai ($p=0,008$) didapatkan hasil yang bermakna antara HbA1c dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2. **Kesimpulan:** Pada penelitian ini terdapat hubungan antara HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2.

Kata Kunci: DM Tipe 2, HbA1c, Gangguan Pendengaran, Gangguan Pendengaran Sensorineural

ABSTRACT

Introduction: Diabetes Mellitus (DM) is a metabolic disease with characteristics of hyperglycemia and one of the complications that can be caused by DM is hearing loss, especially sensorineural deafness. In type 2 DM patients whose HbA1c is not controlled will experience hearing loss in which DM it self will damage the auditory nerve which is commonly referred to as auditory nerve neuropathy. The purpose of the study was to determine the relationship between HbA1c and sensorineural hearing loss in type 2 DM patients **Methods:** This study was an analytical study with a cross-sectional approach to 40 type 2 DM patients aged 40-65 years at Iman Martubung Clinic **Results:** The most samples were women aged 51-60 years (62.5%). The results of the examination were dominated by HbA1C 6.5% and had sensorineural hearing loss as many as 28 people (87.5%) and the relationship between HbA1C and sensorineural hearing loss in type 2 DM patients with analytical techniques using Fisher's exact test with a value ($p = 0.008$) showed significant results between HbA1c and sensorineural hearing loss in type 2 DM patients. **Conclusion:** In this study, there was a connection between HbA1C and sensorineural hearing loss in type 2 DM patients.

Keywords: Type 2 DM, HbA1c, Hearing Loss, Sensorineural Hearing Loss

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan umum	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Hipotesis.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Diabetes Mellitus	6
2.1.1 Definisi diabetes mellitus.....	6
2.1.2 Klasifikasi diabetes mellitus	6
2.1.3 Epidemiologi diabetes mellitus	7

2.1.4	Diagnosis DM Tipe 2	7
2.2	Anatomi Telinga Dalam	8
2.3	Fisiologi Pendengaran	10
2.4	Gangguan Pendengaran	11
2.4.1	Definisi gangguan pendengaran	11
2.4.2	Klasifikasi gangguan pendengaran	11
2.4.3	Epidemiologi gangguan pendengaran	12
2.4.4	Patofisiologi gangguan pendengaran pada DM	12
2.4.5	Diagnosis gangguan pendengaran	13
2.5	HbA1C	18
2.6	Hubungan HbA1c dengan gangguan pendengaran	19
2.7	Kerangka Teori	20
2.8	Kerangka Konsep	21
BAB 3	METODE PENELITIAN	22
3.1	Definisi Operasional	22
3.2	Jenis Penelitian	22
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.4	Populasi dan sampel Penelitian	23
3.4.1	Populasi	23
3.4.2	Sampel	24
3.4.2.1	Kriteria Inklusi	24
3.4.2.2	Kriteria Eksklusi	24
3.5	Besar Sampel	24
3.6	Teknik Pengumpulan Data	25
3.6.1	Pemeriksaan Audiometri Nada Murni	25

3.7 Pengolahan dan Analisis Data.....	27
3.7.1 Pengolahan data	27
3.7.2 Analisis data	27
3.8 Alur Penelitian	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	30
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	39
Daftar Pustaka.....	40
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria Diagnostik DM tipe	8
Tabel 2.2	Derajat gangguan pendengaran menurut WHO	16
Tabel 3.1	Defenisi Oprasional.....	22
Tabel 3.2	Waktu Penelitian	23
Tabel 4.1	Distribusi frekuensi karakteristik sampel.....	30
Tabel 4.2	Distribusi frekuensi pemeriksaan HbA1C	30
Tabel 4.3	Distribusi frekuensi gangguan pendengaran sensorineural.....	31
Tabel 4.4	Distribusi frekuensi derajat gangguan pendengaran sensorineural.....	32
Tabel 4.6	Uji <i>Fisher's Exact</i>	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Koklea	9
Gambar 2.2	(A) Luas penampang koklea dan (B) struktur organ corti	9
Gambar 2.3	Fisiologi Pendengaran	11
Gambar 2.4	Uji Rinne	15
Gambar 2.5	Uji Weber	15
Gambar 2.6	Kerangka Teori.....	20
Gambar 2.7	Kerangka Konsep	21
Gambar 2.8	Alur Penelitian.....	28

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pola hidup yang semakin modern saat ini banyak sekali masalah yang berhubungan dengan kesehatan dan pola hidup yang kurang sehat. Hal ini dapat menyebabkan timbulnya berbagai penyakit dan komplikasinya. Salah satunya yaitu, Gangguan pendengaran yang merupakan salah satu dari sekian banyak komplikasi yang dapat disebabkan oleh penyakit diabetes mellitus (DM) tipe 2.¹ Ini terjadi karena adanya kelainan mikroangiopati terutama yang terjadi di pembuluh kapiler stria vaskularis, selanjutnya dapat terjadi pada arteri auditorius internus, modiolus, pada vasa nervosum ganglion spirale dan demielinisasi nervus auditorius. Dalam keadaan ini hiperglikemia memiliki peran yang sangat penting, hiperglikemia yang berlangsung kronik akan menyebabkan terjadinya proses glikosilasi protein non enzimatis yang akan terjadi pada jaringan. Mikroangiopati ini nantinya dapat menyebabkan organ korti mengalami atrofi dan berkurangnya sel rambut. Sedangkan neuropati terjadi akibat mikroangiopati pada vasa nervosum nervus VIII dan vasa ligamentum spirale yang akan mengakibatkan atrofi ganglion spirale dan demielinasi pada serabut saraf ke VIII.²

Gangguan pendengaran dapat terjadi selama masa hidup dengan onset secara tiba-tiba atau bertahap, dan akan berpengaruh terhadap satu atau kedua telinga. Gangguan pendengaran dapat disebabkan oleh berbagai penyebab seperti trauma, infeksi, sindrom genetik, penuaan, atau paparan kebisingan yang berlebihan, dan perubahan patologis dapat terjadi pada satu atau beberapa daerah sistem pendengaran.³ Gangguan pendengaran ini dapat diklasifikasikan menjadi tuli konduktif, tuli sensorineural, atau campuran. Tuli konduktif biasanya disebabkan oleh adanya obstruksi atau gangguan pada telinga luar dan tengah yang bisa disebabkan oleh adanya impaksi serumen atau otitis media.⁴ Sedangkan tuli sensorineural gangguan pada telinga dalam, yang terdiri dari tuli koklea dan tuli retrokoklea disebabkan oleh proses degeneratif yang terkait

penuaan, paparan kebisingan, genetik, paparan obat ototoksik, penyakit kronik seperti DM, hipertensi dan merokok. Gangguan pendengaran yang tidak dikoreksi dapat menimbulkan penurunan kualitas hidup, penurunan kegiatan sosial dan perasaan seperti tidak diikuti sertakan, yang dapat meningkatkan prevalensi gejala depresi.³

Diabetes Mellitus (DM) yang merupakan kelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan adanya hiperglikemia yang disebabkan oleh gangguan atau defek pada sekresi insulin, kerja insulin, atau bisa keduanya.¹ Hiperglikemia merupakan salah satu kondisi dimana terjadinya peningkatan kadar glukosa dalam darah yang melebihi batas normal.⁵ Selain itu, DM juga bisa ditandai dengan adanya gejala seperti polidipsia, poliuria, polifagia, penurunan berat badan, dan lain sebagainya.⁶

Menurut *World Health Organization* (WHO) penderita DM pada orang dewasa di dunia pada tahun 2014 ada sekitar 422 juta jiwa, mengakibatkan terjadi peningkatan sampai empat kali lipat dibandingkan dengan tahun 1980 yang hanya sebanyak 108 juta orang. Kemudian terjadi peningkatan prevalensi dari 4,7% menjadi 8,5% dari tahun 1980 sampai tahun 2014.⁷ Sedangkan data dari *International Diabetes Federation* (IDF) pada tahun 2017 menyebutkan bahwa ada sekitar 425 juta orang dewasa yang mengalami diabetes. Jumlah ini diperkirakan akan meningkat pada tahun 2040 menjadi 642 juta penderita.⁶

Menurut WHO pada tahun 2012, di dunia ada sekitar 360 juta orang menderita gangguan pendengaran, yang merupakan 5,3% dari seluruh populasi manusia di dunia. Dimana 328 juta atau sekitar 91% adalah orang dewasa yang terdiri atas 183 juta laki-laki dan 145 juta perempuan, sisanya 9% atau sekitar 32 juta orang adalah anak-anak. Prevalensi gangguan pendengaran meningkat seiring bertambahnya usia.² Berdasarkan data dari WHO 180 juta orang yang mengalami gangguan pendengaran berada di Asia Tenggara. Indonesia berada di peringkat ke-4 setelah Sri Lanka, Myanmar, dan India.⁹

Penelitian yang dilakukan oleh *National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases* (NIDDK) mengatakan bahwa penderita diabetes memiliki kecenderungan untuk menderita gangguan pendengaran dibandingkan orang

normal. Pada pasien DM tipe 2 yang HbA1c tidak terkontrol akan mengalami gangguan pendengaran yang mana DM ini sendiri akan merusak saraf pendengaran yang biasa disebut sebagai neuropati saraf pendengaran. Sehingga penderita dengan diabetes sebaiknya mendapatkan pemeriksaan pendengaran.⁸ Pada penderita DM tipe 2 Penurunan pendengaran yang biasanya terjadi secara bilateral, berlangsung bertahap, dan bersifat sensorineural.⁹

HbA1C adalah pengikatan non-enzimatik molekul glukosa ke hemoglobin melalui proses glikosilasi pasca-translasi, yang terdapat pada beberapa asam amino HbA yang terdiri dari HbA1a, HbA1b, dan HbA1C. Komponen terpenting dari glikasi hemoglobin pada DM adalah HbA1C, parameter ini digunakan sebagai patokan utama untuk pengendalian diabetes, karena HbA1C dapat menggambarkan kadar glukosa darah dalam kisaran 1-3 bulan, sejak usia sel darah merah dan pengikatan glukosa.¹⁰ Umur HbA1c diperkirakan sekitar 90-120 hari. Oleh karena itu, ini disebut sebagai indikator kontrol glikemik jangka panjang. Peningkatan HbA1c serum (>6,5%) menunjukkan keadaan glikemik yang tidak teratur, sedangkan tingkat yang lebih rendah (<6,5%) selama tiga bulan berturut-turut menunjukkan kontrol glikemik yang positif. Saat ini, *Federal Drug Association (FDA)*, *American Diabetes Association (ADA)*, dan *Canadian Diabetes Association (CDA)* menerima HbA1c sebagai indikator yang disetujui untuk kontrol glikemik jangka panjang.¹¹

Dalam sebuah studi oleh Ooley et al. pada tahun 2017, pada 175 pasien retinopati diabetik yang diketahui nilai HbA1c, terdapat hubungan antara gangguan pendengaran dengan nilai HbA1c dengan derajat retinopati diabetik.^{12,13} Demikian pula, dalam penelitian lain oleh Nagahama et al. 2018, kelompok tes pendengaran pasien dengan nilai HbA1c 7,3 % ke atas menunjukkan hasil yang buruk jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok lain. Dalam studi lain, hubungan antara HbA1c dan gangguan pendengaran pada pasien non-diabetes dinilai dan didapatkan hasilnya terdapat hubungan antara nilai HbA1c yang tinggi dan gangguan pendengaran.^{14,15}

Hubungan antara HbA1c dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2 di Kota Medan yang dipublikasikan. Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai hubungan antara HbA1c dengan gangguan sensorineural pada pasien DM tipe 2.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat hubungan antara Kadar HbA1c dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui hubungan antara HbA1c dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui distribusi frekuensi hasil pemeriksaan HbA1c.
2. Untuk mengetahui distribusi frekuensi gangguan pendengaran
3. Untuk mengetahui distribusi frekuensi derajat gangguan pendengaran pada pasien DM tipe 2.

1.4 Manfaat

1. Pengetahuan
Menambah ilmu pengetahuan mengenai hubungan HbA1c dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2.
2. Pelayanan Kesehatan
Meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan terhadap pasien DM tipe 2 dan meningkatkan kualitas hidup pasien melalui edukasi mengenai hubungan HbA1c dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2.

3. Institusi

Sebagai sumber informasi belajar, meningkatkan jumlah karya tulis ilmiah dan publikasi institusi.

1.5 Hipotesis

H₀ : Tidak ada hubungan HbA1c dengan terjadinya gangguan pendengaran pada pasien DM tipe 2.

H_a : Ada hubungan HbA1c dengan terjadinya gangguan pendengaran pada pasien DM tipe 2.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi

2.1.1 Definisi Diabetes Mellitus

World Health Organization (WHO) mendefinisikan diabetes merupakan penyakit kronis progresif yang ditandai dengan peningkatan kadar gula darah. Diabetes dari semua jenis dapat menyebabkan komplikasi di banyak bagian tubuh dan dapat meningkatkan resiko kematian dini secara keseluruhan.²

2.1.2 Klasifikasi DM

Menurut ADA dan WHO terdapat empat macam diabetes yang dikelompokkan berdasarkan penyebabnya yaitu:

a. DM tipe 1 atau Insulin Dependent Diabetes Melitus (IDDM)

DM tipe 1 ini dapat berkembang sejak usia muda yang disebabkan oleh kerusakan sel beta pankreas sehingga menyebabkan kekurangan sekresi insulin secara mutlak.

b. DM tipe 2 atau NonInsulin Dependent Diabetes Melitus (NIDDM)

DM tipe 2 ini Umumnya muncul pada usia lebih dari 40 tahun dan jumlahnya sekitar 90% dari total DM. DM tipe ini ditandai dengan adanya resistensi insulin, defisiensi insulin atau gabungan keduanya. Hal ini menyebabkan glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel meskipun insulin telah tersedia. Keadaan ini disebabkan obesitas, diet tinggi lemak dan rendah karbohidrat, kurang gerak badan serta faktor keturunan.

c. DM tipe spesifik DM tipe ini mencakup kelainan genetik spesifik, penyakit pankreas, gangguan endokrin lain, akibat efek obat-obatan, bahan kimia, infeksi virus, dan sebagainya.

d. Diabetes kehamilan DM yang terjadi hanya pada saat keadaan hamil.⁵

2.1.3 Epidemiologi Diabetes Mellitus

Menurut *World Health Organization* (WHO) penderita DM pada orang dewasa di dunia pada tahun 2014 ada sekitar 422 juta jiwa, mengakibatkan terjadi peningkatan sampai empat kali lipat dibandingkan dengan tahun 1980 yang hanya sebanyak 108 juta orang. Kemudian terjadi peningkatan prevalensi dari 4,7% menjadi 8,5% dari tahun 1980 sampai tahun 2014.⁹ Sedangkan data dari *International Diabetes Federation* (IDF) pada tahun 2017 menyebutkan bahwa ada sekitar 425 juta orang dewasa yang mengalami diabetes. Jumlah ini diperkirakan akan meningkat pada tahun 2040 menjadi 642 juta penderita.⁶

Berdasarkan data IDF tahun 2014 terdapat 9,1 juta penduduk yang terdiagnosis DM di Indonesia dan diperkirakan akan meningkat menjadi 14,1 juta pada tahun 2035. Dengan angka tersebut Indonesia menduduki peringkat ke-5 di dunia atau naik dua peringkat dibandingkan data IDF tahun 2013 yang menempati peringkat ke-7 di dunia dengan 7,6 juta orang penyandang diabetes.² Prevalensi kejadian diabetes yang didiagnosis oleh dokter paling tinggi di Indonesia adalah pada Daerah Istimewa Yogyakarta (2,6%), DKI Jakarta (2,5%), Sulawesi Utara (2,4%), dan Kalimantan Timur (2,3%). Prevalensi DM tipe 2 hampir 90-95% dari keseluruhan populasi penderita diabetes, umumnya berusia diatas 45 tahun.⁷

2.1.4 Diagnosis DM tipe 2

Diagnosis diabetes tipe 2 dapat dipastikan dengan memeriksa kadar gula darah. Pemeriksaan glukosa darah yang dianjurkan adalah pemeriksaan enzimatis menggunakan plasma vena. Beberapa gejala yang terlihat pada penderita diabetes tipe 2 dapat dikategorikan sebagai gejala khas seperti poliuria, polifagia, polidipsia, dan penurunan berat badan, sedangkan gejala atipikal meliputi kesemutan, disfungsi ereksi, gatal, penyembuhan luka, dan kelemahan. Diabetes dapat didiagnosis jika gejala khas diabetes ditemukan, dikombinasikan dengan tes gula darah yang tidak normal. Namun, jika tidak ada gejala khas DM, diperlukan dua tes gula darah. Kriteria diagnostik diabetes tipe 2 antara lain: ¹⁵

Tabel 2.1 Kriteria diagnostik DM tipe 2.²

Kriteria diagnosis DM
1. gejala klasik DM + glukosa plasma sewaktu ≥ 200 mg/dl ($\geq 11,1$ mmol/L) glukosa plasma sewaktu : pemeriksaan kadar glukosa pada suatu hari tanpa memperhatikan waktu makan terakhir
2. gejala klasik DM + glukosa plasma puasa ≥ 126 mg/dl (\geq mmol/L) glukosa plasma puasa : tidak mendapat kalori puasa sedikitnya 8 jam
3. pemeriksaan glukosa plasma ≥ 200 mg/dl setelah 2 jam setelah Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) dengan beban glukosa 75 gram
4. pemeriksaan HbA1c < 7 %

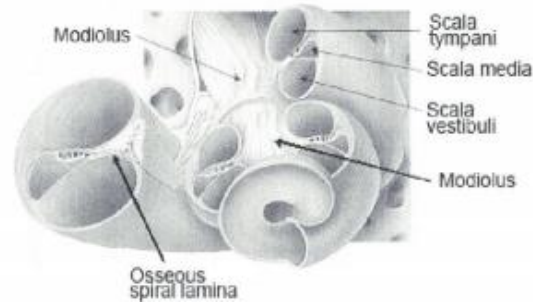
Hasil pemeriksaan yang tidak memenuhi kriteria DM atau kriteria normal maka digolongkan menjadi prediabetes yang terdiri dari:²

- a. GDPT: hasil pemeriksaan glukosa plasma puasa antara 100-125mg/dl dan pemeriksaan TTGO glukosa plasma 2 jam.

2.2 Anatomi Telinga Dalam

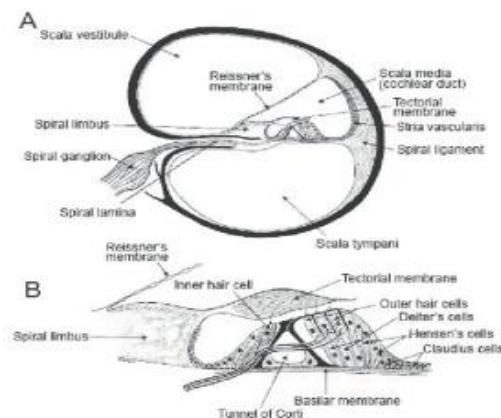
Telinga dalam terdiri dari labirin tulang dan labirin membran. Labirin tulang memiliki tiga bagian yaitu vestibulum, kanalis semisirkularis, dan koklea. Ketiganya dilapisi oleh endosteum yang berisi cairan perilimfe. Cairan perilimfe merupakan satu-satunya cairan ekstraseluler tubuh yang tinggi natrium dan rendah kalium. Labirin membran terdiri atas utrikulus dan sakulus.¹⁶

Koklea (Gambar 2.1) bentuk spiral seperti rumah siput dengan dua setengah putaran aksis dari spiral tersebut yang dikenal sebagai modiolus, berisi berkas saraf dan suplai arteri dari arteri vertebralis. Rongga tulang koklea dibagi menjadi tiga bagian oleh duktus koklearis yang panjangnya 35 mm dan berisi endolimfe. Bagian atasnya adalah skala vestibula yang berisi perilimfe dan di pisahkan oleh membran reissner yang tipis. Bagian bawahnya adalah skala timpani yang juga mengandung perilimfe dan dipisahkan oleh duktus koklearis oleh lamina spiralis osseus dan membran basilaris. Pada membran basilaris dibagian basisnya berfungsi untuk mendengarkan nada tinggi dan dibagian yang melebar disisi apeks untuk nada rendah.¹⁶



Gambar 2.1 Koklea

Pada organ Corti (Gambar 2.2) terdapat sel-sel rambut dalam dan luar yang dirangsang dengan gelombang suara melalui stereosilia. Terdapat 20.000 sel-sel rambut luar dan 3.500 sel-sel rambut dalam. Inti stereosilia yang terdiri dari filamen aktin yang dilapisi oleh isoform miosin. Menuju kinosilium berbentuk tonjolan besar dan ujung tumpul, stereosilia semakin tegak lurus dan memiliki tinggi yang sama.¹⁶



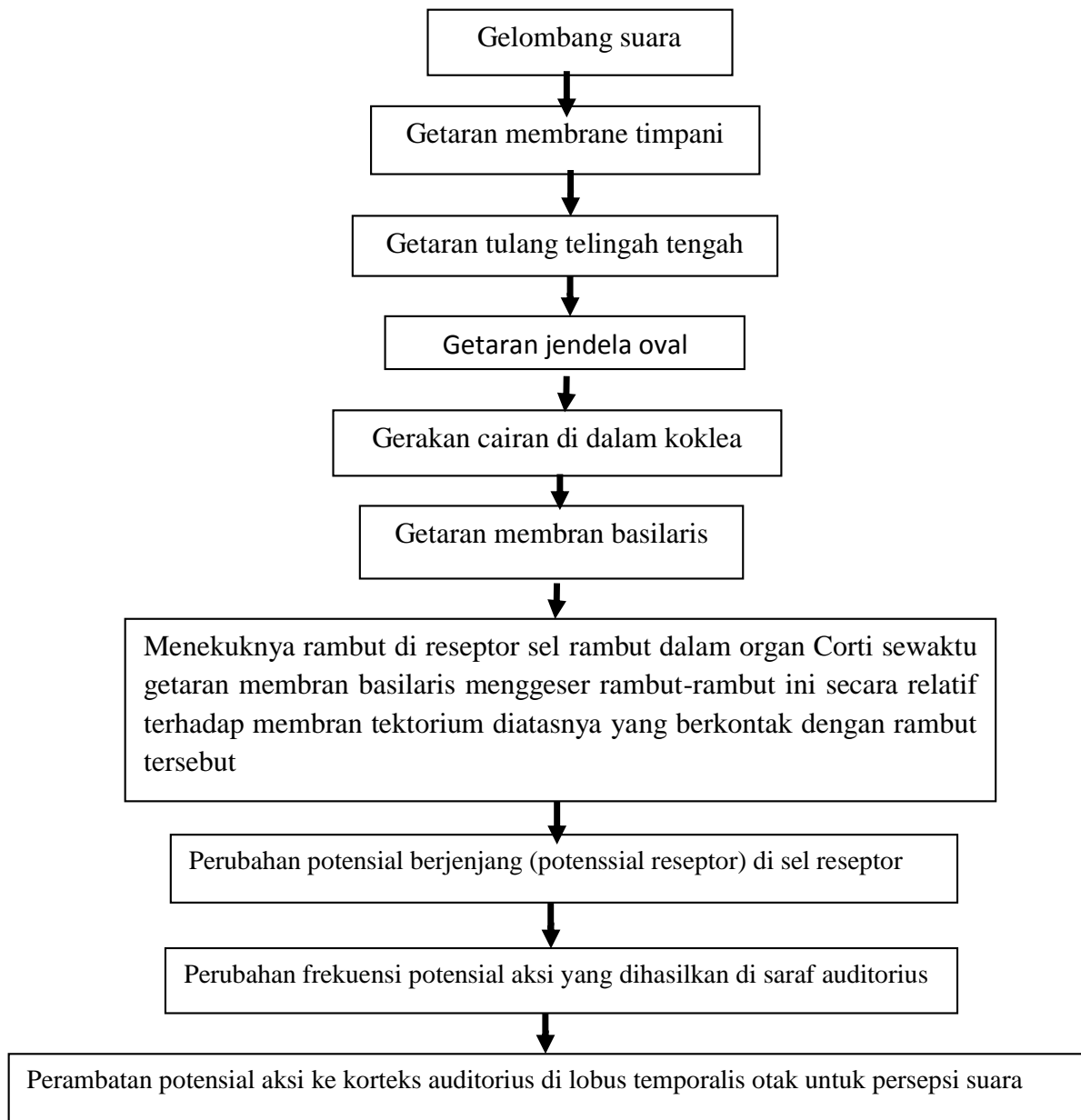
Gambar 2.2 (A) Luas penampang koklea dan (B) struktur organ corti.

Bagian vestibulum telinga dalam dibentuk oleh sakulus, utrikulus dan kanalis semisirkularis. Utrikulus dan sakulus mengandung makula yang diliputi oleh sel-sel rambut. Menutupi sel-sel rambut ini adalah suatu lapisan gelatinosa yang ditembus oleh silia, pada lapisan ini terdapat pula otolit yang mengandung kalsium dan dengan berat jenis yang lebih besar dari pada endolimfe.¹⁷

Sakulus berhubungan dengan utrikulus melalui duktus sempit yang juga merupakan saluran menuju sakus endolimfe. Makula utrikulus terletak pada bidang yang tegak lurus terhadap makula sakulus. Ketiga kanalis semisirkularis bermuara pada utrikulus. Masing-masing kanalis mempunyai satu ujung yang melebar membentuk ampula.¹⁷

2.3 Fisiologi Pendengaran

Proses mendengar diawali dengan ditangkapnya energi bunyi oleh daun telinga dalam bentuk gelombang yang dialirkan melalui udara atau tulang ke koklea, sistem organ pendengaran dibagi menjadi perifer dan sentral. Pendengaran perifer dimulai dengan adanya sumber bunyi yang ditangkap aurikula dan dilanjutkan ke meatus akustikus eksternus kemudian terjadi getaran pada membran timpani, membran timpani yang berhubungan dengan tulang pendengaran akan menggerakkan rangkaian tulang pendengaran yang terdiri dari maleus, inkus dan stapes yang menempel pada tingkap oval. Gerakan stapes pada tingkap oval akan menggerakkan cairan yang ada dalam organ koklea, akibatnya terjadi potensial listrik mengakibatkan terjadinya perubahan energi mekanik menjadi energi listrik yang diteruskan oleh saraf auditori ke batang otak (disinilah batas sistem organ pendengaran perifer dan sentral) kemudian energi listrik dilanjutkan ke kortek terletak pada bagian girus temporalis superior. Korteks serebri membuat manusia mampu mendeteksi dan menginterpretasikan bunyi, dijelaskan dengan skema (Gambar 2.3).^{17,18}



Gambar 2.3. Fisiologi Pendengaran.^{17, 18}

2.4 Gangguan Pendengaran

2.4.1 Definisi Gangguan Pendengaran

Menurut WHO gangguan pendengaran adalah suatu keadaan dimana seseorang tidak dapat mendengar dibawah 25 dB pada kedua telinga. Gangguan pendengaran mengakibatkan ketidakmampuan salah satu atau kedua telinga dalam mendengarkan suara.³ Gangguan pendengaran terjadi jika ambang dengar >25 dB pada frekuensi 500, 1000, 2000, dan 4000 Hz.¹⁹

2.4.2 Klasifikasi Gangguan Pendengaran

Penurunan pendengaran memiliki beberapa klasifikasi, diantaranya tipe penurunan pendengaran, derajat penurunan pendengaran.²⁰

a. Tipe penurunan pendengaran antara lain:

1. Tuli Konduktif

Tuli ini disebabkan karena adanya gangguan pada bagian telinga luar dan telinga tengah. Tuli konduktif ini terjadi apa bila suara Tuli ini disebabkan adanya gangguan pada telinga dalam, yang terdiri dari tuli koklea dan tuli retrokoklea. Tuli ini merupakan tuli permanen, yang tidak dapat disembuhkan baik dengan medikamentosa maupun dengan oprasi. Tuli ini juga dapat disebabkan adanya kelainan saat lahir, obat ototoksik, genetic sindrom, trauma, dan tumor.^{19, 20}

Yang masuk mengalami hambatan dari liang telinga luar sampai membran timpani, tulang tulang pendengaran, telinga tengah.^{19, 20}

2. Tuli sensorineural

3. Tuli campuran

Tuli campuran ini terjadi kelainan pada telinga luar, telingah tengah dan juga telingah dalam, tuli campuran ini merupakan gabungan antara tuli konduktif dan tuli sensorineural.^{19, 20}

2.4.3 Epidemiologi gangguan pendengaran

Menurut WHO pada tahun 2012, di dunia ada sekitar 360 juta orang menderita gangguan pendengaran, yang merupakan 5,3% dari seluruh populasi manusia di dunia. Dimana 328 juta atau sekitar 91% adalah orang dewasa yang terdiri atas 183 juta laki-laki dan 145 juta perempuan, sisanya 9% atau sekitar 32 juta orang adalah anak-anak. Prevalensi gangguan pendengaran meningkat seiring bertambahnya usia.² Berdasarkan data dari WHO 180 juta orang yang mengalami gangguan pendengaran berada di Asia Tenggara. Indonesia berada di peringkat ke- 4 setelah Sri Langka, Myanmar, dan India. ⁹

2.4.4 Patofisiologi Gangguan Pendengaran Pada DM tipe 2

Pada kondisi kadar gula darah yang meningkat dalam tubuh maka akan mengaktifkan jalur poliol/sorbitol yang akan mengakibatkan terjadinya penumpukkan akumulasi intraseluler yang menjadi penyebab terjadinya edema sel. Hal tersebut terjadi pada koklea yang akhirnya terjadi kerusakan pada koklea yang akan mengakibatkan gangguan pendengaran. Selain dari terjadinya edema sel, tingginya kadar gula darah akan mengakibatkan meningkatnya aktifitas enzim Protein Kinase C (PKC) di dalam sel– sel endotel pembuluh darah menyebabkan keabnormalan faal sel– sel vaskular pada diabetes melitus seperti kontraksi sel–sel, pembentukan atau penebalan membran basal, transduksi berbagai sinyal hormon dan faktor pertumbuhan serta proliferasi sel.^{21, 22}

Glukosa terikat pada protein oleh reaksi kimia non-enzimatik. Proses ini diawali dengan menempelnya glukosa pada gugus asam amino, yang berlanjut dengan serangkaian reaksi biokimia dengan hasil terbentuknya amadory product, selanjutnya menghasilkan produk akhir yang dinamakan advanced glycosilation end product atau AGEP yang bersifat irreversibel. Reaksi glikosilasi ini terjadi pada long live protein, antara lain jaringan kolagen dan membrana basalis pembuluh darah. Salah satu bentuk AGEP pada DM adalah 2 furoyl-4(5) - (2-furanyl)-1-H-imidazole atau FFI yang banyak tertimbun dalam jaringan jaringan tubuh penderita DM. Dalam reaksi glikosilasi ini terbentuk pula radikal bebas sebagai hasil dari oksidasi glukosa yang berlangsung pada waktu pembentukan AGEP dari amadory product, yang bersifat highly reactive oksidant yang memiliki sifat ototoksik antara lain efek denaturasi dan agregasi. Bertambahnya produksi AGEP mengurangi elastisitas dinding pembuluh darah (arteriosclerosis) dan mengakibatkan terikatnya protein plasma pada membran basalis, sehingga dinding pembuluh darah menebal dengan lumen yang makin sempit akibatnya terjadi mikroangiopati pada organ korti yang mengakibatkan terjadinya atrofi dan berkurangnya sel rambut. Semua hal tersebut mengakibatkan rusaknya sel di koklea dan akhirnya terjadi gangguan pendengaran.^{21, 22}

2.4.5 Diagnosis gangguan pendengaran pada DM tipe 2

Diagnosis gangguan pendengaran pada DM dapat dilakukan dengan anamnesis, pemeriksaan fisik dan pemeriksaan fungsi pendengaran. Anamnesis meliputi penyakit DM dan apakah ada keluhan penurunan pendengaran sebelum menjalani terapi DM. Pemeriksaan fisik otoskopi diperlukan untuk mengetahui kondisi telinga pasien untuk menyingkirkan kemungkinan gangguan pendengaran konduktif yang dapat disebabkan oleh serumen ataupun perforasi membran timpani. Pemeriksaan fungsi pendengaran dapat dilakukan dengan garpu tala dan audiometri nada murni.^{10, 2}

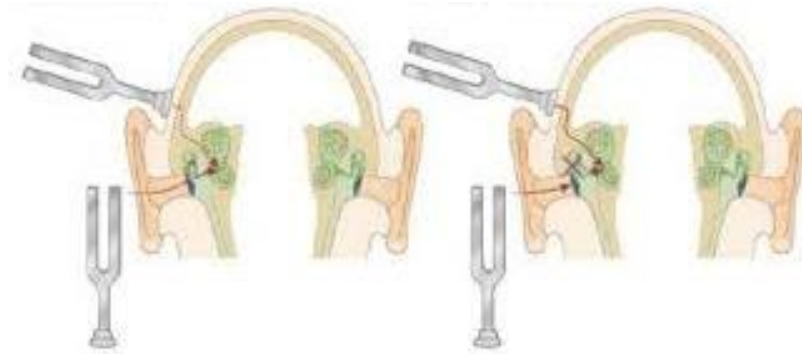
a. Pemeriksaan pendegaran dengan otoskopi

Lihatlah keadaan telinga luar pasien, tarik sedikit telinga untuk melihat liang telinga dan membran timpani. Gunakanlah otoskop untuk melihat lebih jelas, pegang otoskop dengan tangan kanan untuk memeriksa telinga kanan dan sebaliknya pada telinga kiri. Dengan jari kelingking pemeriksa menempel pada pipi pasien sesuai dengan tangan yang memegang otoskop. Liang telinga harus bersih termasuk dari serumen-seruman telinga harus dibersihkan terlebih dahulu untuk pemeriksaan selanjutnya.

b. Pemeriksaan pendengaran dengan uji penala

- Uji Rinne

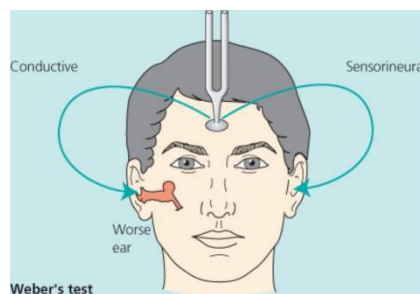
Pemeriksa memastikan garpu tala frekuensi 512 Hz bergetar serta terdengar di meatus dan di atas prosesus mastoideus. Kaki garputala yang bergetar kemudian ditekan pada tulang mastoid dibelakang telinga pasien sampai tidak terdengar. Letakkan pada meatus eksternal, pasien ditanya apakah masih terdengar. Positif jika tes lebih lama terdengar pada hantar udara di meatus menunjukkan hasil telinga normal atau gangguan pendengaran sensorineural.²³ Uji Rinne diperlihatkan pada (Gambar 2.4)



Gambar 2.4. Uji Rinne.

- Uji Weber

Kaki garpu tala yang bergetar diletakkan di dahi pasien dan di tanya telinga mana yang lebih terdengar. Tes sangat berguna untuk pendengaran yang berbeda antara kedua telinga. Pada gangguan pendengaran sensorineural akan terdengar pada telinga yang lebih baik, sebaliknya pada gangguan pendengaran konduktif akan terdengar pada telinga yang terganggu jika gangguan pendengaran.



Gambar 2.5. Uji Weber.

- Uji Schwabach

Kaki garpu tala yang bergetar diletakkan pada prosesus mastoideus pasien sampai pasien tidak mendengar lagi, lalu diletakkan pada prosesus mastoideus pemeriksa yang memiliki telinga normal. Jika pemeriksa masih dapat mendengar hasilnya Schwabach memendek. Bila pemeriksa tidak dapat mendengar lagi, maka ulangi dari telinga pemeriksa ke telinga pasien. Jika pasien masih dapat mendengar hasilnya ialah Schwabach memanjang.²³

c. Pemeriksaan pendengaran dengan audiometri nada murni

Ada pun metode yang dapat dilakukan untuk pemeriksaan pendengaran adalah dengan menggunakan alat audiometri nada murni untuk menetapkan rentan frekuensi 250-8000 Hz. Temuan dari hasil pemeriksaan audiometri yang perlu diperhatikan adalah hantaran udara normal antara -10 s/d 26 dB. Hantaran tulang berimpit atau hampir berimpit dengan hantaran udara, pada telinga normal atau tuli sensorineural. Hantaran tulang terpisah dari hantaran udara yang lebih rendah disebut tuli konduktif. Penurunan pendengaran sensorineural ditegakkan apabila terdapat penurunan ketajaman pendengaran yang ditandai oleh meningkatnya nilai ambang nada murni hantaran udara (AC) dan hantaran tulang (BC) dengan beda diantara keduanya tidak lebih dari 10 dB dengan ambang dengar >25 dB.²⁴

Dari audiogram dapat dilihat apakah pendengaran normal atau terjadi gangguan pendengaran. Dalam menentukan derajat gangguan pendengaran (Tabel 2.2), yang dihitung hanya ambang dengar hantaran udara saja. Derajat ketulian dihitung dengan menggunakan indeks Fletcher, yaitu^{24, 25}

$$\text{Ambang Dengar (AD)} = \frac{500 \text{ Hz} + 1000 \text{ Hz} + 2000 \text{ Hz} + 4000 \text{ Hz}}{4}$$

Tabel. 2.2 Derajat gangguan pendengaran menurut WHO.²⁶

Derajat Ketulian	Nilai audiometri ISO (frekuensi 500, 1000, 2000, 4000 Hz)
Normal	≤ 25 Dbhl
Tuli Ringan	26-40 Dbhl
Tuli Sedang	41-60 dBHL
Tuli Berat	61-80 Dbhl
Profound	≥ 81 Dbhl

Untuk mendapatkan hasil pemeriksaan yang baik maka prosedur yang perlu diperhatikan antara lain:²⁵

1. Penderita ditempatkan sedemikian rupa sehingga ia tidak melihat gerakan tangan pemeriksa, karena hal ini akan mempengaruhi penderita bahwa nada tes sedang disajikan.
2. Untuk mengurangi interferensi dari suara-suara latar belakang yang berasal dari sekitarnya maka tempat yang terbaik adalah ruangan kedap suara akan tetapi bila tidak ada maka tes dilakukan di ruangan tersembunyi.
3. Instruksi kepada penderita harus jelas misalnya “anda akan diperiksa dan akan mendengar bunyi yang kadang-kadang keras dan kadang-kadang lemah melalui *earphone*. Bila mendengar bunyi itu, tekan tombol dan acungkan tangan. Jika terdengar disebelah kanan acungkan tangan kanan dan jika terdengar pada telinga kiri maka acungkan tangan kiri”.
4. *Earphone* harus diletakkan secara tepat diatas liang telinga luar, warna merah di sebelah kanan dan warna biru di sebelah kiri.
5. Telinga yang diperiksa terlebih dahulu harus yang berfungsi lebih baik. Bila oleh penderita mengatkan kedua telinga sama tulinya, maka yang diperiksakan terlebih dahulu adalah telinga kanan.
6. Penyajian nada tes tidak boleh dengan irama yang konstan dan lamanya interval antara dua bunyi harus selalu diubah-ubah. Tidak boleh memutar tombol (dial) pengatur selama penyaji masih ditekan.
7. Pemeriksaan pertama dimulai pada frekuensi 1000 Hz karena nada ini dapat memberi hasil akurat yang konsisten. Kemudian periksa nada-nada lebih tinggi 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz, dan 8000 Hz.

Untuk menentukan nilai ambang tiap-tiap frekuensi dilakukan sebagai berikut:

1. Putar tombol (dial) pada kedudukan 0 dB dan sajikan bunyi selama 1-2 detik. Bila tidak ada respon, intensitas dinaikkan 5 dB, demikian seterusnya sampai ada respon. Jika sudah ada respon, turunkan intensitasnya 5 dB sebagai cross check dan bila tidak mendengar maka

inilah nilai ambang frekuensi tersebut. Telinga kanan akan diberikan kode O dan telinga kiri diberi kode X pada pemeriksaan audiogram.

2. Cara yang sama dilakukan untuk frekuensi-frekuensi yang lain.

2.5 HbA1C

Hemoglobin A1c atau HbA1c adalah komponen dari hemoglobin yang berikatan dengan glukosa. HbA1c disebut sebagai glikosilasi atau hemoglobin glikosilasi. Hemoglobin adalah pigmen pembawa oksigen yang memberikan warna merah pada sel darah merah dan juga merupakan protein dominan dalam memasukkan sel darah merah.²⁷

HbA1C terbentuk dari ikatan glukosa dengan gugus amida pada asam amino valin di ujung rantai beta dari globulin Hb dewasa normal yang terjadi secara 2 tahap. Tahap pertama terjadi ikatan kovalen aldimin berupa basa Schiff yang bersifat stabil dan tahap kedua terjadi penyusunan kembali secara amadori menjadi bentuk ketamin yang stabil.²⁸

Pada keadaan hiperglikemik akan meningkatkan pembentukan basa Schiff antara gugus aldehid glukosa dengan residu lisin, arginin, dan histidin. Selain itu, produk glikosilasi kolagen dan protein lain yang berumur panjang dalam interstisium dan dinding pembuluh darah mengalami serangkaian tata ulang untuk membentuk *irreversible advanced glycosylation end products* (AGE), yang terus menumpuk di dinding pembuluh. AGE ini memiliki sejumlah sifat kimiawi dan biologik yang berpotensi patogenik dan diduga turut mendasari komplikasi diabetik.²⁸

Pemeriksaan HbA1C untuk penyandang DM tipe 2 dianjurkan 2 kali. Pemeriksaan HbA1C dilakukan jika memang terdapat keluhan dari pasien, gula darah sewaktu dan 2 jam setelah makan terus meningkat, sehingga dokter pun menganjurkan untuk pemeriksaan HbA1C.²⁸

Komite ahli dari ADA dan *European Association for the Study of Diabetes* (EASD) kemudian merekomendasikan penggunaan HbA1c untuk diagnosis diabetes melitus, dan pada tahun 2010 ADA HbA1c ke dalam kriteria diagnosis diabetes. Seorang dikatakan memiliki DM bila kadar HbA1c $\geq 6,5\%$. Pasien yang

memiliki kadar HbA1c $>7\%$ akan berisiko 2 kali lebih tinggi untuk mengalami komplikasi.²⁸

2.6 Hubungan HbA1c dengan gangguan pendengaran

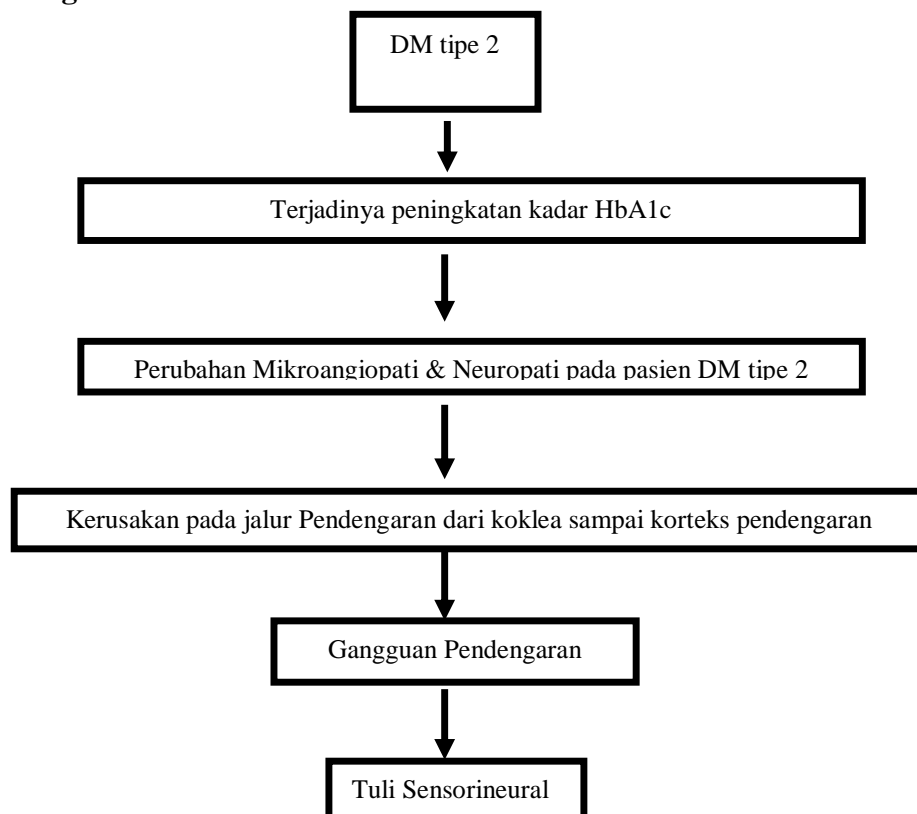
Menurut penelitian sebelumnya dengan sampel 724 pasien (376 laki-laki, 348 perempuan) dengan rawat jalan dan sedang dalam tahap penelitian. Kemudian dibagi menjadi empat kelompok nilai HbA1c yang berbeda. Dimana kelompok pertama terdiri dari 192 kasus nilai HbA1c $<4,5\%$, 176 pasien dengan nilai HbA1c antara $4,5\% - 5\%$ masuk kedalam kelompok kedua, 177 pasien kelompok ketiga dengan HbA1c antara 5% dan 6% , dan 179 pasien dengan HbA1c ≥ 6 sebagai kelompok keempat. Dengan menggunakan audiometri nada murni sebagai skor untuk dijadikan nilai pembanding ambang suara pada 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000, dan 8.000 Hz.²⁷ Dimana dari hasil perbandingan HbA1c dengan ambang suara audiometri nada murni diatas menunjukkan bahwa adanya hubungan antara kadar HbA1c darah dengan gangguan pendengaran sensorineural. Tingkat keparahan diabetes menjadi faktor penentu gangguan pendengaran berdasarkan hipotesis ini.²⁹

Pada peneliti sebelumnya melakukan tingkat parametrik HbA1c darah yang komprehensif dan evaluasi audiologis serta bertujuan untuk membandingkan efek diabetes pada sistem koklea. Dari beberapa teori mengatakan bahwa gangguan pendengaran terkait diabetes akan berkembang terutama pada frekuensi tinggi pada HbA1c, karena area spesifik frekuensi tinggi koklea lebih rentan terhadap perubahan iskemik yaitu komplikasi mikrovaskular.³⁰ Studi postmortem pada pasien dengan diabetes yang tidak terkontrol menunjukkan demielinasi pada saraf akustik dan hilangnya sel rambut luar di lipatan basal bawah koklea.³¹ Selain itu, ketika Nemati et al. membandingkan hasil audiometri nada murni dan emisi otoakustik dari 104 pasien yang didiagnosis dengan diabetes tipe 2. Hal ini dapat menghubungkan hasil klinis pada pasien dengan diabetes berat hingga sedang, sehingga kadar HbA1c yang tidak terkontrol ini dapat menjadi faktor risiko terjadinya gangguan pendengaran tanpa memandang usia. Akibatnya, kita dapat berhipotesis bahwa gangguan pendengaran terkait diabetes pertama-tama akan mempengaruhi pengembalian basal koklea. Segmen apikal koklea kemudian rusak setelah adanya

peningkatan kadar HbA1c yang berkepanjangan sehingga semua frekuensi terpengaruh dalam proses jangka panjang.²⁷

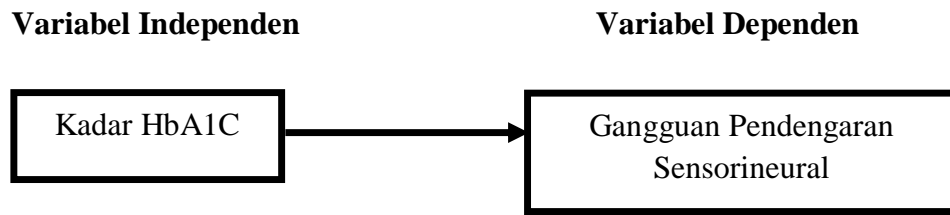
Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tingginya nilai HbA1c yang digunakan untuk melihat risiko komplikasi pada diabetes, maka akan menyebabkan terjadinya gangguan pendengaran sensorineural yang juga akan meningkat.^{30,31} Demikian pula dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Nagahama et al. pada tahun 2018, hasil tes pendengaran kelompok pasien dengan kadar HbA1c 7,3% keatas mengalami risiko yang jauh lebih tinggi dari pada kelompok lain. Hasil penelitian sebelumnya menemukan bahwa ketika nilai HbA1c adalah 6 % ke atas, maka hasil ambang nada murni terlihat jelas dan meningkat di kedua telinga.²

2.7 Kerangka Teori



Gambar 2.6. Kerangka Teori

2.11 Kerangka Konsep



Gambar 2.7. Kerangka Konsep

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Skala Ukur	Hasil Ukur
Dependen Gangguan Pendengaran Sensorineural	Gangguan pendengaran adalah hilangnya kemampuan mendengar baik secara sebagian atau keseluruhan, pada satu atau kedua telinga, baik pada derajat yang ringan atau berat, dengan ambang pendengarannya >26 dB pada frekuensi 500, 1000, 2000, dan 4000 Hz. ¹⁹ Gangguan pendengaran diklasifikasikan SNHL ketika <i>air conduction</i> (AC) dan <i>bone conduction</i> (BC) > 25 dBHL, AC dan BC berhimpit (tidak ada gap). ²⁶ Sampel dinyatakan mengalami gangguan pendengaran jika salah satu atau kedua telinganya mengalami gangguan pendengaran. ¹⁹	1. Audiometri Nada Murni	Nominal	1. Dijumpai 2. Tidak Dijumpai
Independen Kadar HbA1C	HbA1c disebut sebagai glikosilasi atau hemoglobin glikosilasi atau glycohemoglobin. Hemoglobin adalah pigmen pembawa oksigen yang memberikan warna merah pada sel darah merah dan juga merupakan protein dominan dalam sel darah merah. ²⁸	Hasil pemeriksaan laboratorium	Nominal	1. < 6,5 % 2. ≥ 6,5 %.

Tabel. 3.1 Definisi Operasional

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain *Cross Sectional*, yaitu untuk mengetahui hubungan antara HbA1c dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2.³³

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Klinik Iman Martubung.

No.	Kegiatan	Bulan																
		Juli 2021			Agustus 2021			April 2022			Juli 2022			Agustus 2022				
1.	Persiapan Proposal	■	■	■														
2.	Seminar Proposal						■											
3.	Ethical Clearance										■							
4.	Penelitian												■	■	■	■		
5.	Analisis data dan Evaluasi																■	■
6.	Sidang Seminar Hasil																	

Tabel 3. 2 Waktu Penelitian

3.4 Populasi dan Sampel

3.4.1 Populasi

Populasi adalah seluruh penderita DM tipe 2, sedangkan populasi terjangkau pada penelitian ini adalah seluruh penderita DM tipe 2 usia 40 - 65 tahun yang datang berobat jalan ke Klinik Iman Martubung pada tahun 2022. Diagnosis DM tipe 2 ditegakkan oleh dokter spesialis penyakit dalam.

3.4.2 Sampel Penelitian

Metode pengambilan sampel menggunakan teknik *non probability sampling* dengan cara *consecutive sampling*.³³ Adapun kriteria inklusi dan eksklusi sampel yaitu:

- a) Kriteria inklusi penderita DM tipe 2:
- 1) Pasien laki-laki maupun perempuan yang berusia 40 - 65 tahun
 - 2) Tidak memiliki riwayat nyeri telinga, gangguan pendengaran yang dibawa sejak lahir, infeksi telinga, trauma kepala atau telinga, trauma akustik, gangguan pendengaran akibat bising penggunaan obat ototoksik seperti anti TBC, Kina, dan golongan aminoglikosida.
 - 3) Bersedia diikuti sertakan dalam penelitian dengan menandatangani *informed consent*.
 - 4) Tidak memiliki riwayat penyakit sistemik lain yang mempengaruhi fungsi pendengaran seperti: hipertensi, malaria, artritis reumatoid.
- b) Kriteria eksklusi:
Subjek penelitian yang tidak mengikuti pemeriksaan sampai selesai.

3.5 Besar Sampel

Besar sampel ditentukan dengan menggunakan rumus slovin, rumus sampel satu populasi, yaitu:

$$n = \left(\frac{N}{1 + Ne} \right)^2$$

Keterangan:

n = jumlah sampel yang dicari

N = ukuran populasi

e = nilai margin of error (besar kesalahan) dari ukuran populasi

$$\begin{aligned}
 n &= \left(\frac{N}{1 + Ne} \right)^2 \\
 &= \left(\frac{35}{1 + (35 \times 0,05)} \right)^2 \\
 &= \left(\frac{30}{1 + (35 \times 0,0025)} \right) = \left(\frac{30}{1 + 0,0875} \right) = 32,18
 \end{aligned}$$

$n = 32,18$ dibulatkan menjadi 33 responden

Berdasarkan rumus diatas ditentukan jumlah sampel yang diteliti yaitu sebanyak 33 orang.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari anamnesis, pemeriksaan audiometri nada murni dan pemeriksaan HbA1c.

3.6.1 Pemeriksaan Audiometri Nada Murni

a. Alat

1) Audiometri AD-28 Interacoustics Clinical Audiometer (Interacoustics, Assens, Denmark)

b. Cara Kerja

Untuk mendapatkan hasil pemeriksaan yang baik maka prosedur yang perlu diperhatikan antara lain:

- 1) Penderita ditempatkan sedemikian rupa sehingga ia tidak melihat gerakan tangan pemeriksa, karena hal ini akan mempengaruhi penderita bahwa nada tes sedang disajikan.
- 2) Untuk mengurangi interferensi dari suara-suara latar belakang yang berasal dari sekitarnya maka tempat yang terbaik adalah ruangan kedap suara akan tetapi bila tidak ada maka tes dilakukan di ruangan tersembunyi.
- 3) Instruksi kepada penderita harus jelas misalnya “anda akan

diperiksa dan akan mendengar bunyi yang kadang-kadang keras dan kadang-kadang lemah melalui earphone. Bila mendengar bunyi itu, tekan tombol dan acungkan tangan. Kalau mendengar di sebelah kanan acungkan tangan kanan dan kalau didengar pada telinga kiri maka acungkan tangan kiri”.

- 4) *Earphone* harus diletakkan secara tepat diatas liang telinga luar, warna merah di sebelah kanan dan warna biru di sebelah kiri.
- 5) Telinga yang diperiksa terlebih dahulu harus yang berfungsi lebih baik. Bila oleh penderita mengatakan kedua telinga sama tulinya, maka yang diperiksakan terlebih dahulu adalah telinga kanan.
- 6) Penyajian nada tes tidak boleh dengan irama yang konstan dan lamanya interval antara dua bunyi harus selalu diubah-ubah. Tidak boleh memutar tombol (dial) pengatur selama penyaji masih ditekan.
- 7) Pemeriksaan pertama dimulai pada frekuensi 1000 Hz karena nada ini dapat memberi hasil akurat yang konsisten. Kemudian periksa nada-nada lebih tinggi 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz, dan 8000 Hz.

Untuk menentukan nilai ambang tiap-tiap frekuensi dilakukan sebagai berikut:

- 1) Putar tombol (dial) pada kedudukan 0 dB dan sajikan bunyi selama 1-2 detik. Bila tidak ada respon, intensitas dinaikkan 5 dB, demikian seterusnya sampai ada respon. Jika sudah ada respon, turunkan intensitasnya 5 dB sebagai cross check dan bila tidak mendengar maka inilah nilai ambang frekuensi tersebut. Untuk telinga kanan diberikan kode O dan telinga kiri diberi kode X pada audiogram.
- 2) Cara yang sama dilakukan untuk frekuensi-frekuensi yang lain.

3.7 Pengolahan dan Analisis Data

3.7.1 Pengolahan Data

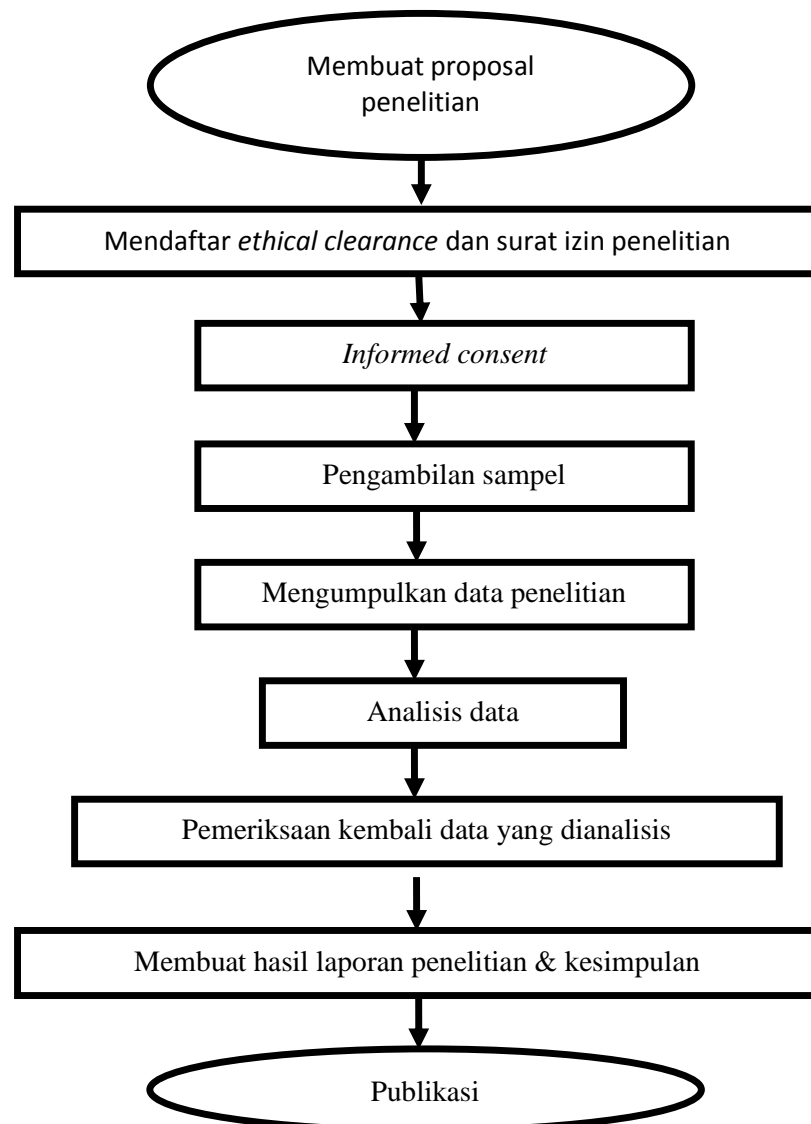
Teknik pengumpulan data dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. *Editing* (pemeriksaan), yaitu proses memeriksa data yang telah dikumpulkan apakah telah sesuai dengan tujuan penelitian.
- b. *Coding* (pengkodean), yaitu kegiatan pengkodean yang dilakukan dengan mengubah data yang berbentuk kalimat atau huruf menjadi data angka atau bilangan.
- c. *Entry* (memasukkan), yaitu kegiatan memasukkan data yang telah dilakukan pengkodean ke dalam program computer
- d. *Cleaning* (pembersihan), yaitu kegiatan pengecekan kembali data yang telah di *entry* untuk mengetahui ada tidaknya kesalahan pengkodean ataupun ketidaklengkapan data.
- e. *Saving* (penyimpanan), yaitu penyimpanan data untuk siap dilakukan analisis data.

3.7.2 Analisis Data

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hubungan antara HbA1c dengan gangguan pendengaran sensorineural DM tipe-2 dengan terjadinya. Jika uji statistik normal maka yang digunakan adalah *chi-square* dan jika uji statistik tidak normal maka yang digunakan adalah *fisher's exact*. Nilai bermakna/signifikan apabila nilai $p < 0,05$.

3.8 Alur Penelitian



Gambar 2.8. Alur Penelitian

Keterangan:

Persiapan penelitian, mulai dari pencarian literatur sampai penyajian proposal. Pembuatan *ethical clearance* dan melakukan *informed consent* pada pasien yang datang berobat jalan ke Departemen Ilmu Penyakit Dalam di Klinik Iman Martubung Medan. Diagnosis DM tipe-2 ditegakkan oleh dokter spesialis penyakit dalam dan sudah melakukan pemeriksaan HbA1c. Kemudian dilakukan anamnesis dan pemeriksaan THT rutin, yang meliputi pemeriksaan THT untuk

mencari adanya kelainan yang dapat mempengaruhi fungsi pendengaran, mempunyai riwayat sakit telinga terdahulu, gangguan pendengaran yang dibawa sejak lahir, infeksi telinga, trauma telinga atau kepala, trauma akustik dan penggunaan obat-obat ototoksik yang mempengaruhi fungsi pendengaran, dan menderita penyakit sistemik lainnya, seperti hipertensi, nyeri sendi. Jika ditemukan adanya kelainan maka kelompok tersebut akan dieksklusikan dari penelitian. Sedangkan subjek penelitian dengan hasil pemeriksaan T.H.T.K.L. rutin normal, dilanjutkan dengan pemeriksaan audiologi yang terdiri atas pemeriksaan audiometri nada murni pada kelompok pasien DM Tipe 2. Pemeriksaan tersebut memberikan informasi mengenai jenis dan derajat gangguan pendengaran. Data-data yang dikumpulkan lalu diolah dan dianalisis, tahap akhir penelitian ini akan dilakukannya publikasi.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Mei–Juli 2022 di Klinik Iman Martubung . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM Tipe 2.

4.1.1 Distribusi frekuensi karakteristik sampel

Berikut adalah distribusi frekuensi karakteristik sampel berdasarkan usia dan jenis kelamin sampel yaitu :

Tabel 4.1 Distribusi frekuensi karakteristik sampel

Karakteristik Sampel	Frekuensi	Persentase (%)
Usia		
40-50 tahun	7	17,5
51-60 tahun	25	62,5
61-65 tahun	8	20
Jenis Kelamin		
Laki-laki	18	45
Perempuan	22	55
Total	40	100

Berdasarkan tabel 4.1 usia sampel paling banyak adalah usia 51-60 tahun sebesar 25 orang (62,5%) dan jenis kelamin yang paling banyak adalah perempuan sebanyak 22 orang (55%).

4.1.2 Distribusi frekuensi hasil pemeriksaan HbA1C

Berikut adalah hasil pemeriksaan HbA1C pada sampel yaitu :

Tabel 4.2 Distribusi frekuensi hasil pemeriksaan HbA1C

HbA1C	Frekuensi	Persentase (%)
$\geq 6,5$ %	32	80
$< 6,5$ %	8	20
Total	40	100

Berdasarkan tabel 4.2 dapat dilihat bahwa hasil pemeriksaan didominasi oleh HbA1C $\geq 6,5$ % dengan frekuensi 32 orang (80%).

4.1.3 Distribusi frekuensi gangguan pendengaran sensorineural

Berikut adalah hasil pemeriksaan gangguan pendengaran sensorineural pada sampel yaitu

Tabel 4.3 Distribusi frekuensi gangguan pendengaran sensorineural

Gangguan Pendengaran Sensorineural	Frekuensi	Persentase (%)
Dijumpai	31	77,5
Tidak dijumpai	9	22,5
Total	40	100

Berdasarkan tabel 4.3 didapatkan sebagian besar sampel mengalami gangguan pendengaran sensorineural sebanyak 31 orang (77,5%).

4.1.4 Distribusi frekuensi derajat gangguan pendengaran sensorineural

Berikut adalah derajat gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM Tipe 2 :

Tabel 4.4 Distribusi frekuensi derajat gangguan pendengaran sensorineural

Derajat Gangguan Pendengaran Sensorineural	Telinga Kanan n (%)	Telinga Kiri n (%)
Normal	10 (25%)	9 (22,5%)
Ringan	6 (15%)	12 (30%)
Sedang	21 (52,5%)	17 (42,5%)
Berat	3 (7,5%)	2 (5%)
Total	40 (100%)	40 (100%)

Berdasarkan tabel 4.4 dapat dilihat derajat gangguan pendengaran sensorineural pada telinga kanan yang paling banyak adalah derajat sedang sebanyak 21 orang (52,5%) dan yang terbanyak pada telinga kiri adalah derajat sedang sebanyak 17 orang (42,5%).

4.1.5 Analisis data menggunakan uji *fisher's exact*

Hasil analisis data pada penelitian ini ditemukan bahwa saat dilakukan uji normalitas dengan *Shapiro Wilk* ($p=0,000$) dijumpai data tidak berdistribusi normal dan uji *chi-square* tidak terpenuhi sehingga digunakan uji *fisher's exact*.

Hasil uji *fisher's exact* mengenai hubungan antara HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2 dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.6 Uji *Fisher's Exact*

HbA1C	Gangguan Pendengaran Sensorineural		Total	Nilai p
	Dijumpai	Tidak Dijumpai		
$\geq 6,5$ %	28 (87,5%)	4 (12,5%)	32	0,008
$< 6,5$ %	3 (37,5%)	5 (62,5%)	8	
Total	100%	100%	40	

Berdasarkan tabel diatas didapatkan bahwa sampel dengan HbA1C $\geq 6,5\%$ dengan gangguan pendengaran sensorineural sebanyak 28 orang (87,5%) dan sampel dengan HbA1C $\geq 6,5$ % tanpa gangguan pendengaran sensorineural sebanyak 4 orang (12,5%). Untuk sampel dengan HbA1C $< 6,5$ % dengan gangguan pendengaran dijumpai sebanyak 3 orang (37,5%) dan sampel dengan HbA1C $< 6,5$ % tanpa gangguan pendengaran sebanyak 5 orang (62,5%).

Hasil uji menggunakan *fisher's exact test* didapatkan nilai p sebesar 0,008 ($p<0,05$) yang berarti bahwa terdapat hubungan antara HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2.

4.2 Pembahasan

Pada penelitian ini dijumpai paling banyak adalah usia 51-60 tahun sebesar 25 orang (62,5%) dimana secara keseluruhan pasien menderita DM Tipe 2. Penelitian sebelumnya yang meneliti kejadian DM Tipe 2 di RSUD Dr. Tengku Mansyur Tanjungbalai pada tahun 2016 terhadap 100 sampel didapatkan hasil bahwa usia terbanyak adalah usia 56-65 tahun sebanyak 40 orang (40%).³⁵ Sebuah studi juga memperoleh hasil bahwa jumlah pasien dengan diabetes melitus terbanyak pada kelompok usia antara 57-67 tahun (51,2%).³⁶ Peningkatan risiko untuk kejadian diabetes melitus terjadi pada usia yang lebih dari 40 tahun terjadi akibat mulai terjadinya peningkatan intoleransi glukosa dan proses penuaan yang menyebabkan berkurangnya kemampuan sel β pankreas dalam memproduksi insulin.^{37,38}

Penelitian lain menunjukkan bahwa kejadian gangguan pendengaran dengan DM Tipe 2 dijumpai paling banyak pada usia 56-65 tahun sebanyak 14 orang (48,3%).³⁹ Pada penelitian lain didapatkan usia terbanyak adalah usia 41-50 tahun (56,3%) yang menderita gangguan pendengaran dan DM Tipe 2.⁴⁰ Penelitian oleh Bashar dkk menjelaskan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara usia dan peningkatan kejadian gangguan pendengaran pada penderita diabetes melitus, dimana seiring dengan penambahan usia pada penderita diabetes melitus tipe 2, memungkinkan gangguan pendengaran juga meningkat.⁴¹ Walaupun studi sebelumnya juga menjelaskan bahwa usia lanjut akan menyebabkan penurunan fungsi pendengaran dan memicu terjadinya presbikusis, tetapi bagi penderita diabetes melitus dibawah 50 tahun, gangguan pendengaran ini akan timbul lebih awal. Meskipun usia adalah faktor perancu terhadap kejadian gangguan pendengaran pada penderita diabetes melitus namun diabetes melitus sendiri bertanggung jawab untuk kejadian gangguan pendengaran.⁴¹

Penelitian ini menunjukkan hasil bahwa jenis kelamin yang paling banyak adalah perempuan sebanyak 22 orang (55%) dimana secara keseluruhan menderita DM Tipe 2. Penelitian lain mendapati hasil bahwa jenis kelamin terbanyak menderita DM Tipe 2 adalah wanita yaitu sebesar 62,1%.⁴² Studi sebelumnya juga menunjukkan bahwa sebagian besar wanita menderita DM Tipe 2 sebesar 62%.⁴³

Hal ini terjadi karena wanita lebih berisiko mengidap diabetes melitus karena secara fisik wanita memiliki peluang untuk terjadi peningkatan indeks masa tubuh yang lebih besar. Sindroma siklus bulanan (premenstrual syndrome), pasca menopause yang membuat distribusi lemak tubuh menjadi mudah terakumulasi akibat proses hormonal tersebut sehingga wanita lebih berisiko menderita diabetes melitus tipe 2.^{44,45}

Berdasarkan penelitian sebelumnya didapatkan perempuan dengan diabetes melitus lebih banyak yang mengalami gangguan pendengaran sebesar 62,1% daripada laki-laki.³⁹ Penelitian di India juga mendapatkan hasil perempuan yang mengalami gangguan pendengaran dan menderita DM Tipe 2 lebih banyak daripada laki-laki yaitu sebanyak 23 orang.⁴⁶ Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan di Swedia dimana gangguan pendengaran kurang terjadi pada perempuan karena adanya hormon estradiol yang bekerja melalui reseptor estrogen beta yang dapat memelihara sistem auditori dari trauma.⁴⁷ Namun, penelitian menurut Baskhar dkk menjelaskan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara jenis kelamin dengan gangguan pendengaran pada penderita diabetes melitus.⁴¹

Berdasarkan hasil penelitian ini, didapatkan derajat gangguan pendengaran sensorineural pada telinga kanan dan telinga kiri kebanyakan pada derajat sedang sebanyak 21 orang (52,5%) telinga kanan dan telinga kiri sebanyak 17 orang (42,5%). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pada 31 pasien DM dijumpai derajat *Sudden Sensorineural Hearing Loss* (SSNHL) kebanyakan pada derajat berat hingga sangat berat sebesar 28 orang (90,3%), sedangkan derajat ringan hingga sedang sebanyak 3 orang (9,7%).⁴⁸ Penelitian yang dilakukan oleh Naik CS pada tahun 2018 menjelaskan bahwa pada 69 pasien DM Tipe 2 dengan SNHL didapatkan 46,3% normal (16-25 dB), 7,2% menderita SNHL derajat ringan (20-40 dB), 27,5% SNHL derajat sedang (41-55 dB), 14,4% SNHL derajat sedang-berat (56-70 dB) dan 4,6% SNHL derajat berat (71-90 dB).⁴⁹

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan didominasi oleh $HbA1C \geq 6,5\%$ dengan frekuensi 32 orang (80%). Dan hasil pemeriksaan gangguan pendengaran sensorineural sebagian besar sampel DM Tipe 2 pada

penelitian ini mengalami gangguan pendengaran sensorineural sebanyak 31 orang (77,5%). Penelitian yang dilakukan oleh Sharma R pada tahun 2022 mengenai hubungan antara gangguan pendengaran sensorineural dan HbA1C pada 150 pasien diabetes melitus dijumpai 42 orang (28%) yang mengalami SNHL dan 108 orang (72%) tidak dijumpai SNHL.⁵⁰ Sebuah studi *cross sectional* observasional yang meneliti 100 sampel DM tipe 2 didapatkan 69 pasien mengalami SNHL dan 70 pasien mengalami gangguan vestibular dengan rata-rata kadar HbA1C adalah $9,16 \pm 2,4$.⁴⁹

Studi di Rumah Sakit Adam Malik Medan pada tahun 2018 meneliti 35 pasien dengan DM Tipe 2 tidak terkontrol ($HbA1C \geq 7\%$), 21 orang (60%) diantaranya mengalami gangguan pendengaran sensorineural dan terdapat 9 orang (24,7%) dengan DM Tipe 2 terkontrol ($HbA1C < 7\%$) mengalami gangguan pendengaran sensorineural.⁵¹ Gangguan pendengaran merupakan masalah kesehatan masyarakat umum karena mempengaruhi 5% dari populasi umum dan menyebabkan kerugian fungsional terhadap aktivitas individual. Disebutkan bahwa gangguan pendengaran terkait usia meningkat setelah dekade kelima. Namun, gangguan pendengaran dapat berkembang pada usia lebih dini tergantung pada penyakit metabolik yang mendasarinya. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui penyebab gangguan pendengaran dan mengambil tindakan pencegahan.³²

Diabetes memiliki efek negatif pada hampir semua sistem organ tubuh. Dimana diabetes juga mungkin akan mempengaruhi sistem vestibular dan koklea. Ada sebuah teori yang menjelaskan bahwa gangguan pendengaran terkait diabetes akan berkembang terutama pada suara frekuensi tinggi karena area spesifik frekuensi tinggi dari koklea mungkin lebih rentan terhadap perubahan iskemik karena komplikasi mikrovaskular.¹¹ Studi postmortem pada pasien dengan diabetes yang tidak terkontrol menunjukkan demielinasi pada saraf akustik dan hilangnya sel rambut luar di lipatan basal bawah koklea.³¹

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa sampel dengan $HbA1C \geq 6,5\%$ dengan gangguan pendengaran sensorineural sebanyak 28 orang (87,5%) dan menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2 dengan nilai $p=0,008$ ($p<0,05$).

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Shen Y pada tahun 2021 terhadap 116 pasien dengan *Sudden Sensorineural Hearing Loss* (SSNHL) dimana 31 orang menderita DM dijumpai bahwa HbA1C berkorelasi erat terhadap *Sudden Sensorineural Hearing Loss* (SSNHL) dengan nilai $p=0,002$ ($p<0,05$). Koefisien korelasi spearman pada penelitian tersebut menunjukkan korelasi positif yang berarti bahwa tingkat HbA1C yang lebih tinggi pada pasien SSNHL akan menyebabkan derajat gangguan pendengaran yang lebih parah. Namun demikian, prognosis SSNHL tidak memiliki korelasi yang signifikan dengan HbA1C ($p>0,05$).^{27,48}

Penelitian yang dilakukan Singh A pada tahun 2022 juga menemukan bahwa terdapat hubungan yang terlihat antara kadar HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural.⁴⁶ Dalam penelitian lain disimpulkan bahwa ada hubungan yang kuat antara diabetes mellitus tipe 2 dan gangguan pendengaran. Pada diabetes, ditemukan gangguan pendengaran sensorineural, bilateral, derajat ringan sampai berat dan melibatkan ambang frekuensi tinggi. Prevalensi SNHL ditemukan 28% namun, HbA1C ditemukan tidak memiliki hubungan yang signifikan.³⁵

Beberapa penelitian juga menemukan bahwa risiko gangguan pendengaran meningkat secara progresif dengan meningkatnya kadar HbA1C diatas 5% menunjukkan bahwa kontrol glukosa mungkin berperan dalam perkembangan gangguan pendengaran pada pasien DM. HbA1C karena stabilitasnya, secara klinis diakui sebagai cerminan yang lebih baik dari status glikemik plasma selama 2 hingga 3 bulan terakhir. Untuk setiap 1% kenaikan HbA1C ada peningkatan 37% pada penyakit mikrovaskluer. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengeksplorasi hubungan antara DM dan SSNHL, terutama berfokus pada gangguan mikrovaskular dan menganalisis hubungan antara HbA1C dan SSNHL.^{48,52}

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sumathi et.al didapatkan bahwa diantara 48 pasien dengan HbA1C kontrol buruk ($HbA1C > 7\%$), didapatkan 46 orang mengalami gangguan pendengaran sensorineural dengan nilai $p < 0,005$ yang berarti bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kadar HbA1C dengan

gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM Tipe 2.⁵³ Beberapa korelasi terlihat antara tingkat keparahan gangguan pendengaran dan HbA1C tetapi tidak sekuat korelasi antara tingkat keparahan gangguan pendengaran dan durasi penyakit. Penting untuk mengingat komplikasi pendengaran DM saat mengevaluasi pasien diabetes, terutama jika penyakitnya sudah berlangsung lama. Evaluasi audiologis rutin dalam kasus tersebut dapat membantu dalam diagnosis dini SNHL sementara kontrol glikemik yang baik dapat mencegah atau menunda terjadinya. Seiring dengan perjalanan penyakit, tingkat gangguan pendengaran terlihat memburuk yang menunjukkan bahwa paparan yang berkepanjangan dan terus menerus terhadap efek patologis DM yang berbahaya memiliki pengaruh yang kuat pada gangguan pendengaran.⁵⁴

Sebuah studi menjelaskan bahwa terdapat hubungan yang signifikan terhadap gangguan pendengaran sensorineural pada frekuensi tinggi (2000 Hz dan 4000 Hz). Korelasi signifikan antara gangguan pendengaran dengan kontrol glikemik yang dibuktikan dengan HbA1C menunjukkan bahwa gangguan pendengaran sebagai komplikasi diabetes. Gangguan pendengaran termasuk tipe sensorineural karena gangguan pendengaran ditemukan pada konduksi hantaran udara dan tulang. Oleh karena itu patofisiologi melibatkan komponen telinga bagian dalam dan/atau bagian koklea dari saraf vestibulocochlear. Karena gangguan pendengaran sensorineural hanya terjadi pada frekuensi yang lebih tinggi, dapat dikatakan bahwa bagian koklea dari saraf kranial ke-8 tidak terpengaruh. Kemungkinan patofisiologinya terletak pada komponen telinga bagian dalam. Hal ini menunjukkan keterlibatan pembuluh darah telinga bagian dalam dan/atau stria vaskularis dan/atau sel rambut.^{53,55} Gangguan pendengaran sensorineural ditemukan pada frekuensi yang lebih tinggi mirip dengan Presbikusis sensorik. Pada Presbikusis sensorik terjadi hilangnya elemen sensorik di ujung basal (ujung frekuensi tinggi) koklea dengan keterlibatan neuron yang mengakibatkan gangguan pendengaran sensorineural frekuensi tinggi. Jadi dapat dikatakan bahwa mekanisme gangguan pendengaran pada DM mungkin seperti pada Presbikusis. Hilangnya stria vaskularis tidak dapat dikesampingkan, karena memerlukan tes diskriminasi bicara dan penelitian lebih lanjut perlu dilakukan.⁵⁵

Sebuah penelitian berhipotesis bahwa gangguan pendengaran terkait diabetes pertama kali mempengaruhi *basal return* koklea. Kemudian segmen apikal koklea rusak setelah adanya peningkatan kadar HbA1C yang berkepanjangan sehingga semua frekuensi akan terpengaruh dalam proses jangka panjang.²⁶ Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa kehilangan pendengaran pada frekuensi yang lebih tinggi terbukti jauh lebih besar pada pasien dengan HbA1C dengan kadar 7,3% atau lebih. Menggunakan nilai HbA1C, kita dapat mengamati bahwa keparahan diabetes atau diabetes yang tidak terkontrol memiliki efek signifikan pada semua pengukuran audiometri.⁵⁶

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Terdapat hubungan antara HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2.
2. Hasil pemeriksaan didominasi oleh HbA1C $\geq 6,5$ %.
3. Sebagian besar sampel mengalami gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM Tipe 2.
4. Derajat gangguan pendengaran sensorineural pada telinga kanan dan telinga kiri yang paling banyak adalah derajat sedang.

5.2 Saran

1. Peneliti menyarankan kepada ahli endokrin untuk melakukan audiometri rutin terhadap pasien dengan kadar nilai HbA1C diatas 6,5%.
2. Disarankan kepada peneliti selanjutnya agar melakukan penelitian mengenai hubungan antara HbA1C terhadap derajat gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2.

DAFTAR PUSTAKA

1. Diabetes DOF. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2010;33(SUPPL. 1). doi:10.2337/dc10-S062
2. WHO Global Report on Diabetes. Global Report on Diabetes. *Isbn*. 2016;978:6-86.
3. Ozbilen S. Hearing loss in diabetes mellitus. *Turk Otolarengoloji Ars*. 2015;14(1-2):16-22.
4. Pengelolaan M, Terluar PK, Pada B, Sistem P, Sosioekonomi S, Sistem DAN. Program pascasarjana. Published online 2014.
5. Kazi AA, Blonde L. *Classification of Diabetes Mellitus*. Vol 21.; 2001. doi:10.5005/jp/books/12855_84
6. Kementerian Kesehatan RI. Laporan Riskesdas 2018. *Lap Nas Riskesdas 2018*.2018;53(9):154-165.
[http://www.yankes.kemkes.go.id/assets/downloads/PMK No. 57 Tahun 2013 tentang PTRM.pdf](http://www.yankes.kemkes.go.id/assets/downloads/PMK_No_57_Tahun_2013_tentang_PTRM.pdf)
7. Yang W, Liu L, Wei Y, et al. Exercise ameliorates the FGF21-adiponectin axis impairment in diet-induced obese mice. *Endocr Connect*. 2019;8(5):596-604. doi:10.1530/EC-19-0034
8. Riangkam C, Sriyuktasuth A, Pongthavornkamol K, Kusakunniran W, Sriwijitkamol A. Effects of a mobile health diabetes self-management program on HbA1C, self-management and patient satisfaction in adults with uncontrolled type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *J Heal Res*. 2021;ahead-of-p(ahead-of-print). doi:10.1108/jhr-02-2021-0126
9. Nemati S, Hassanzadeh R, Mehrdad M, Kia SS. Hearing status in patients with type 2 diabetes mellitus according to blood-sugar control: A comparative study. *Iran J Otorhinolaryngol*. 2018;30(4):209-218. doi:10.22038/ijorl.2018.25227.1818
10. Yazdanpanah S, Rabiee M, Tahriri M, et al. Evaluation of glycated albumin (GA) and GA/HbA1C ratio for diagnosis of diabetes and glycemic control: A comprehensive review. *Crit Rev Clin Lab Sci*. 2017;54(4):219-232.

doi:10.1080/10408363.2017.1299684

11. Cohen Atsmoni S, Brener A, Roth Y: Diabetes in the practice of otolaryngology. *Diabetes Metab Syndr.* 2019, 13:1141-1150. 10.1016/j.dsx.2019.01.006
12. Nagahama S, Kashino I, Hu H, et al.: Haemoglobin A1c and hearing impairment: longitudinal analysis using a large occupational health check-up data of Japan. *BMJ Open.* 2018, 8:e023220. 10.1136/bmjopen-2018-023220
13. Ooley C, Jun W, Le K, et al.: Correlational study of diabetic retinopathy and hearing loss . *Optom Vis Sci.* 2017, 94:339-344. 10.1097/OPX.0000000000001025
14. Kang SH, Jung DJ, Cho KH, Park JW, Lee KY, Do JY: Association between HbA1C level and hearing impairment in a nondiabetic adult population. *Metab Syndr Relat Disord.* 2016, 14:129-134. 10.1089/met.2015.0092
15. PERKENI. Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia 2015. PB PERKENI; 2015 Diniz T H, Guida H L. Hearing Loss in Patients with Diabetes Mellitus. *Brazilian Journal otorhinolaryngol.* 2009; 75(4): 573-578
16. Howard D, Angus J. The anatomy of the hearing system. *Acoust Psychoacoustics.* 2018;(April 2016):66-74.
17. Edward Y, Prijadi J. Gangguan Pendengaran Pada Diabetes Melitus. Fakultas Kedokteran UNAND/RSUP Dr. M. Djamil Padang Bagian Telinga Hidung Tenggorok Bedah Kepala Leher : 1-10.
18. Guyton A C, Hall J E. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 12. Elsevier. 2013.
19. OMS. Millions of people in the world have hearing loss that can be treated or prevented. *World Heal Organ.* Published online 2013:20. <http://www.who.int/pbd/deafness/news/Millionslivewithhearingloss.pdf?ua=1>
20. Olusanya BO, Davis AC, Hoffman HJ. Hearing loss grades and the international classification of functioning, disability and health. *Bull World Health Organ.* 2019;97(10):725-728. doi:10.2471/BLT.19.230367

21. World Health Organization. Grades of Hearing Impairment. 2017. Available from : http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/.
22. Xie W, Dai Q, Liu J, Liu Y, Hellström S, Duan M. Analysis of Clinical and Laboratory Findings of Idiopathic Sudden Sensorineural Hearing Loss. *Sci Rep*. 2020;10(1):1-8. doi:10.1038/s41598-020-63046-z.
23. Ghafoori S, Lankarani M. Insulinoma in a patient with type 2 diabetes mellitus. *Acta Med Iran*. 2015;53(5):317-319. doi:10.1016/s0168-8227(00)81144-4.
24. Ho CH, Tan TY, Hwang CF, Lin WC, Wu CN, Yang CH. Association of carotid intima-media thickness with the risk of sudden sensorineural hearing loss. *PeerJ*. 2020;2020(6):1-14. doi:10.7717/peerj.9276.22.
25. American Speech-Language-Hearing Association. Guidelines for Manual Pure-Tone Threshold Audiometri. 2005.
26. Syahputra Nasution, M. E., & Hajar Haryuna, T. S. (2019). Elevated matrix metalloproteinase-3 level may affect hearing function in patients with rheumatoid arthritis. *Journal of the Chinese Medical Association*, 82(4), 272–276.
27. Elibol E, Baran H. The Association Between Glycolyzed Hemoglobin A1c and Hearing Loss in Diabetic Patients. *Cureus*. 2020;12(9):8-14. doi:10.7759/cureus.10254.
28. Vigersky RA, McMahan C. The Relationship of Hemoglobin A1C to Time-in-Range in Patients with Diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2019;21(2):81-85. doi:10.1089/dia.2018.0310.
29. Diabetes K, Tipe M, Poliklinik DI, Rsup E, Bandung HS. Diabetes mellitus (DM) is a long-term chronic diseases , diabetic complications occur if ignored . DM complications experienced by clients in 2010 in Dr . Hasan Sadikin is (1) neuropathy ; (2) retinopathy ; (3) coronary hearth disease ; and (4) . 2010;(4).
30. Cohen Atsmoni S, Brener A, Roth Y: Diabetes in the practice of otolaryngology . *Diabetes Metab Syndr*. 2019, 13:1141-1150. 10.1016/j.dsx.2019.01.006
31. Teng ZP, Tian R, Xing FL, Tang H, Xu JJ, Zhang BW, Qi JW: An

- association of type 1 diabetes mellitus with auditory dysfunction: a systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope*. 2017, 127:1689-1697. 10.1002/lary.26346
32. Nemati S, Hassanzadeh R, Mehrdad M, Sajedi Kia S: Hearing status in patients with type 2 diabetes mellitus according to blood-sugar control: a comparative study. *Iran J Otorhinolaryngol*. 2018, 30:209-218.
 33. Satroasmoro S, Ismael S. *Dasar-dasar Metode Penelitian Klinis*. Edisi ke-5: Seagung Seto; 2016.
 34. American Speech-Language-Hearing Association. *Guidelines for Manual Pure-Tone Threshold Audiometri*. 2005..
 35. Purnama M. Perbandingan faktor perilaku suku batak dan suku melayu terhadap angka kejadian diabetes melitus tipe 2 di rsud dr. tengku mansyur tanjungbalai. Program Sarjana Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. 2016.
 36. Esteghamati A. Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in the adult population of iran national survey of risk factors for non-communicable disease of iran. *Diabetes Care*. 2008;31(1):96–98.
 37. Caspersen CJ, et al. Aging , diabetes , and the public health system in the United States. *American Journal Public Health*. 2012;102(8):1482–1497.
 38. Nursodik M. Hubungan faktor risiko diabetes melitus dengan kejadian diabetes melitus tipe 2 pada karyawan PT. Jasamarga Cabang Belmera tahun 2015. Program Sarjana Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara; 2015.
 39. Wuwung Fm Palandeng O, dkk. Ambang pendengaran rata-rata pada penderita diabetes melitus di poliklinik endokrinologi RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. *Jurnal e-Clinic*. 2015; 3 (1): 26-32.
 40. Limardjo A, Kadir DR, Perkasa F. Analisis gangguan pendengaran pada penderita diabetes melitus tipe 2 berdasarkan pemeriksaan audiometri nada murni dan audiometri tutur. Departemen THT, FK Universitas Hasanudin Makasar. *Jurnal Kedokteran YARSI*. 2009;17(3):192-203.

41. Bhaskar KN, Chalihadan S, Vasmani R, Rehaman CP. Clinical and audiometric assessment of hearing loss in diabetes mellitus. *Int J Sci Stud* 2014;2(4):1-16.
42. Trisnawati SK, Setyorogo S. Faktor risiko kejadian diabetes melitus tipe II di Puskesmas Kecamatan Cengkareng Jakarta Barat tahun 2012. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*. 2013;5(1):6–11
43. RahayuHT, Hudha AM, Umah US. Perbandingan self-awareness pola konsumsi makanan dan olahraga dengan riwayat keluarga memiliki dan tidak memiliki diabetes melitus tipe 2 pada mahasiswa PSIK UMM. *Jurnal Keperawatan*. 2015;6(1):15–26.
44. Irawan D. Prevalensi dan faktor risiko kejadian diabetes melitus tipe 2 di daerah urban indonesia. Universitas Indonesia; 2010.
45. Hilawe EH, Yatsuya H, Aoyama A. Systematic reviews differences by sex in the prevalence of diabetes mellitus , impaired fasting glycaemia and impaired glucose tolerance in sub-Saharan Africa : a systematic review and meta-analysis. *Bull World Health Organ*. 2013;91:671–682.
46. Singh A, et.al. Kour B, Dolma K. Sensorineural hearing loss and type 2 diabetes mellitus : a clinical study. *Journal of Medical Science and Clinical Research*. 2022; 8 (2): 679-682.
47. Meltser I, Tahera Y, Simpson E, Hultcrantz M, Charitidi K, Canlor B, et al. Estrogen receptor β protects against acoustic trauma in mice. *J Clin Invest*. 2008;118(4):1563-1570.
48. Shen Y, Zheng Z, et.al. Association of glycosylated hemoglobin A1c level with sudden sensorineural hearing loss: a prospective study. *Frontiers in Endocrinology*. 2021; 12: 1-9.
49. Naik CS, Tiloo R. Vestibular dysfunction and glycemic control in diabetes mellitus: is there a correlation?. *Indian Journal of Otology*. 2018; 24 (3): 199-203.
50. Sharma S, Choudhary R, et.al. Correlation between sensorineural hearing loss and HbA1C in diabetes mellitus patients. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 2022; 9 (1): 958-963.

51. Anindita R, Adnan A, et.al. Comparison of sensorineural hearing loss degree between controlled and uncontrolled type 2 diabetes mellitus patients. *International Journal of Scientific Study*. 2018; 6 (6): 24-28.
52. Kim MB, Zhang Y, et.al. Diabetes mellitus and the incidence of hearing loss: a cohort study. *International Journal of Epidemiology*. 2017; 46 (2): 717-726.
53. Sumathi K, Prakash M, et.al. Significance of HbA1C in deafness in type 2 diabetes mellitus. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*. 2012; 24 (24): 59-61.
54. Tiwari A, Mudhol RS. Prevalence of sensorineural hearing loss among type II diabetes mellitus patients attending KLES Dr, Prabhakar Kore Hospital and MRC: a cross sectional study. *Indian Journal of Health Science and Biomedical Research KLEU*. 2018; 11 (2): 165-169.
55. Pemmaiah Kd, Srinivas DR. Hearing loss in diabetes mellitus. *International Journal of Collaborative Research on Internal Medicine & Public Health*. 2011; 3 (10): 725-731.
56. Afzal M, Aslam Z, et.al. Hearing loss in diabetic patients linked with glycolyzed hemoglobin A1C. *PJMHS*. 2022; 16 (5): 1120-1122.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Analisis Data Menggunakan SPSS

Distribusi Frekuensi

Usia

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	40 - 50 tahun	7	17,5	17,5	17,5
	51 - 60 tahun	25	62,5	62,5	80,0
	61 - 65 tahun	8	20,0	20,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Jenis Kelamin

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Laki-Laki	18	45,0	45,0	45,0
	Perempuan	22	55,0	55,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

HbA1c

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	≥ 6,5 %	32	80,0	80,0	80,0
	< 6,5 %	8	20,0	20,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Gangguan Pendengaran Sensoriuneural

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Dijumpai	31	77,5	77,5	77,5
	Tidak dijumpai	9	22,5	22,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Derajat SNHL Telinga Kanan

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Normal	10	25,0	25,0	25,0
	Ringan	6	15,0	15,0	40,0
	Sedang	21	52,5	52,5	92,5
	Berat	3	7,5	7,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Derajat SNHL Telinga Kiri

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Normal	9	22,5	22,5	22,5
	Ringan	12	30,0	30,0	52,5
	Sedang	17	42,5	42,5	95,0
	Berat	2	5,0	5,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

UJI NORMALITAS**Tests of Normality**

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
HbA1c	,489	40	,000	,491	40	,000
Gangguan Pendengaran Sensoriuneural	,478	40	,000	,517	40	,000

UJI FISHER EXACT TEST

Crosstabs

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
HbA1c * Gangguan Pendengaran Sensoriuneural	40	100,0%	0	0,0%	40	100,0%

HbA1c * Gangguan Pendengaran Sensoriuneural Crosstabulation

		Gangguan Pendengaran Sensoriuneural			
		Dijumpai	Tidak dijumpai	Total	
HbA1c	≥ 6,5 %	Count	28	4	32
		Expected Count	24,8	7,2	32,0
		% within HbA1c	87,5%	12,5%	100,0%
	< 6,5 %	Count	3	5	8
		Expected Count	6,2	1,8	8,0
		% within HbA1c	37,5%	62,5%	100,0%
Total		Count	31	9	40
		Expected Count	31,0	9,0	40,0
		% within HbA1c	77,5%	22,5%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2- sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	9,176 ^a	1	,002		
Continuity Correction ^b	6,532	1	,011		
Likelihood Ratio	7,955	1	,005		
Fisher's Exact Test				,008	,008
Linear-by-Linear Association	8,946	1	,003		
N of Valid Cases	40				

a. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,80.

b. Computed only for a 2x2 table

Symmetric Measures

	Value	Asymptotic Standard Error ^a	Approximate T ^b	Approximate Significance
Measure of Agreement Kappa	,478	,169	3,029	,002
N of Valid Cases	40			


a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for HbA1c ($\geq 6,5\%$ / $< 6,5\%$)	11,667	1,980	68,754
For cohort Gangguan Pendengaran Sensoriuneural = Dijumpai	2,333	,945	5,763
For cohort Gangguan Pendengaran Sensoriuneural = Tidak dijumpai	,200	,069	,579
N of Valid Cases	40		

Lampiran 2. Ethical Clearance



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN
HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FACULTY OF MEDICINE UNIVERSITY OF MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL APPROVAL
'ETHICAL APPROVAL'
 No : B12/KEPK/FKUMSU/2022

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :
 The Research protocol proposed by

Peneliti Utama : Asma Dwi Nantika Sitompul
Principal In Investigator

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Name of the Institution : Faculty of Medicine University of Muhammadiyah Sumatera Utara


Dengan Judul
Title

"HUBUNGAN KADAR HBA1C DENGAN GANGGUAN PENDENGARAN SENSORINEURAL PADA PASIEN DM TIPE 2"
"THE RELATIONSHIP OF HBA1C RATE WITH SENSORINEURAL HEARING LOSS IN PATIENTS TYPE 2 DM"

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai ilmiah
 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Resiko, 5) Bujukan / Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan
 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion / Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfilment of the indicator of each standard

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 25 Mei 2022 sampai dengan tanggal 25 Mei 2023
 The declaration of ethics applies during the periode Mei 25, 2022 until Mei 25, 2023



Medan, 25 Mei 2022
Ketua
Dr. Nurtady, MKG

Lampiran 3. Surat Izin Penelitian



MAJELIS PENYIPIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS KEDOKTERAN

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/08/2019
 Jl. Gedung Arca No. 53 Medan, 20217 Telp. (061) - 7350163, 7333162, Fax. (061) - 7363488
<http://fk.umsu.ac.id> | fk@umsu.ac.id | [umsu.medan](#) | [umsu.medan](#) | [umsu.medan](#) | [umsu.medan](#)

Nomor : 575/II.3.AU/UMSU-08/F/2022
 Lamp. : -
 Hal : **Mohon Izin Penelitian**

Medan, 02 Dzulkaidah 1443 H
 02 Juni 2022 M

Kepada : Yth. **Direktur RS. Bhayangkara TK II Medan**
 di
 Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat, dalam rangka penyusunan Skripsi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (FK UMSU) Medan, maka kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk memberikan informasi, data rekam medik dan fasilitas seperlunya kepada mahasiswa kami yang akan mengadakan penelitian sebagai berikut :

N a m a : Asma Dwi Nantika Sitompul
 NPM : 1808260017
 Semester : VIII (Delapan)
 Fakultas : Kedokteran
 Jurusan : Pendidikan Dokter
 Judul : Hubungan Kadar HBA1C Dengan gangguan Pendengaran *Sensorineural* Pada Pasien DM Tipe 2

Demikianlah hal ini kami sampaikan, atas kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih. Semoga amal kebaikan kita diridhai oleh Allah SWT. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb




dr. Siti Muliawati Sidagat, Sp.THT-KL(K)
 NIDN : 0104098201

Tembusan :

1. Wakil Rektor 1 UMSU
2. Ketua Skripsi FK UMSU
3. Pertinggal





UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila mempunyai surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEDOKTERAN

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Jl. Gedung Arca No. 53 Medan, 20217 Telp. (061) - 7350163, 7333162, Fax. (061) - 7363488

<http://fk.umsu.ac.id> fk@umsu.ac.id [umsu.medan](https://www.facebook.com/umsu.medan) [umsu.medan](https://www.instagram.com/umsu.medan) [umsu.medan](https://www.linkedin.com/company/umsu.medan) [umsu.medan](https://www.youtube.com/channel/UC...)

Nomor : 773/II.3.AU/UMSU-08/F/2022
Lamp. : -
Hal : **Mohon Izin Penelitian**

Medan, 15 Dzulhijjah 1443 H
14 Juli 2022 M

Kepada : Yth. **Kepala Klinik IMAN**
di
Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat, dalam rangka penyusunan Skripsi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (FK UMSU) Medan, maka kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk memberikan informasi, data rekam medik dan fasilitas seperlunya kepada mahasiswa kami yang akan mengadakan penelitian sebagai berikut :

N a m a : Asma Dwi Nantika Sitompul
NPM : 1808260017
Semester : VIII (Delapan)
Fakultas : Kedokteran
Jurusan : Pendidikan Dokter
Judul : Hubungan Kadar HBA1C Dengan gangguan Pendengaran *Sensorineural* Pada Pasien DM Tipe 2

Demikianlah hal ini kami sampaikan, atas kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih. Semoga amal kebaikan kita diridhai oleh Allah SWT. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb



dr. Siti Mashana Siregar, Sp.THT-KL(K)
NIDN : 0106098201

Tembusan :

1. Wakil Rektor I UMSU
2. Ketua Skripsi FK UMSU
3. Peringgal



Lampiran 4. Lembar penjelasan subjek penelitian

Lembar penjelasan subjek penelitian

Hubungan Diabetes Melitus Tipe-2 dengan Terjadinya Gangguan Pendengaran

Bapak/Ibu/Sdr./i yang sangat saya hormati, nama saya Asma Dwi Nantika Sitompul, Mahasiswa Fakultas Kedokteran UMSU. Saat ini saya sedang melakukan penelitian untuk skripsi yang berjudul **“Hubungan Kadar HbA1c dengan Gangguan Pendengaran Sensorineural pada pasien DM tipe 2”**. Untuk melengkapi penelitian ini, saya harus melakukan wawancara dan pemeriksaan pada Bapak/Ibu/Sdr./i. Sebelumnya, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak/Ibu/Sdr./i atas kesediaannya menjadi responden. Perlu saya jelaskan bahwa penelitian ini akan digunakan semata-mata untuk keperluan penyusunan Skripsi saya dan tidak untuk keperluan lainnya.

Setelah penyakit DM tipe-2 Bapak/Ibu/Sdr./i diperiksa di Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Bapak/Ibu/Sdr./i juga akan mendapatkan pemeriksaan T.H.T.K.L. di Departemen T.H.T.K.L. Klinik Iman Martubung. Setelah itu, akan dilakukan audiometri nada murni 0,25-8.0 kHz di PT. Kasoem Hearing Head Office yang beralamat di Jln.Gatot Subroto , Komplek Tomang Elok Blok A No.79 , Medan, Sumatera Utara.

Untuk keakuratan data dan informasi yang dikumpulkan maka saya sangat berharap agar Bapak/Ibu/Sdr./i bersedia memberikan keterangan yang sejelas- jelasnya sesuai dengan apa yang Bapak/Ibu/Sdr./i ketahui, alami dan rasakan sehubungan

dengan judul penelitian saya. Bapak/Ibu/Sdr./i dapat berhenti kapan saja apabila tidak berkenan, namun saya sangat berharap Bapak/Ibu/Sdr./i dapat mengikuti penelitian ini hingga tuntas. Serta Bapak/Ibu/Sdr./i tidak dikenakan biaya apapun untuk seluruh pemeriksaan.

Mudah-mudahan informasi yang saya sampaikan sudah cukup jelas. Bila demikian saya harapkan Bapak/Ibu/Sdr./i dapat membubuhkan tanda tangan pada bagian bawah lembaran ini sebagai tanda persetujuan sehingga wawancara dan pemeriksaan dapat segera kita mulai.

Hormat Saya,

(Asma Dwi Nantika Sitompul)

Lampiran 5. Lembar persetujuan menjadi responden

LEMBAR *INFORMED CONSENT* (PERSETUJUAN RESPONDEN)

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama :
Usia :
Jenis Kelamin :
Alamat :
No.Hp :
No.Rekam Medis :

Sudah mendengarkan dari penelitian ini dan menyatakan bersedia dengan sukarela dan tanpa paksaan menjadi responden dari penelitian:

Nama : Asma Dwi Nantika Sitompul
Instansi : Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Untuk melakukan penelitian dengan judul "*Hubungan Kadar HbA1c dengan Gangguan Pendengaran Sensorineural pada Pasien DM Tipe 2* ". Seperti yang terlampir, maka dengan ini saya secara sukarela dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan menyatakan kesedian untuk ikut dalam penelitian tersebut.

Medan,

Peneliti

Responden

(Asma Dwi Nantika Sitompul)

()

Lampiran 6. Status Penelitian

Status Penelitian

No. Penelitian :

No. MR :

Tanggal :

Harap Bapak/Ibu/Sdr./i menjawab pertanyaan di bawah ini. Kami membutuhkan informasi yang dapat membantu kami dalam pemeriksaan pendengaran.

Identitas

Nama Lengkap :

Jenis Kelamin : Laki-laki / Perempuan (Pilih salah satu)

Tanggal Lahir/ Usia : _____ / ____ tahun

Pekerjaan : _____

Pendidikan Terakhir : _____

Alamat :

No. Telp/HP :

Lama Menderita Penyakit : _____ tahun

Data berikut diisi oleh petugas

Tekanan Darah : _____ / _____ mmHg

Nadi : _____ x/i

BB : _____ Kg

TB : _____ cm

Anamnesis

1.	Apakah anda pernah berobat ke dokter dengan keluhan pendengaran menurun?	Ya	Tidak
2.	Apakah anda pernah menderita keluar cairan dari telinga?	Ya	Tidak
3.	Apakah ada rasa nyeri pada telinga anda?	Ya	Tidak
4.	Apakah telinga anda berdengung?	Ya	Tidak
5.	Apakah ada rasa penuh pada telinga anda?	Ya	Tidak
6.	Apakah anda menderita ketulian sejak dilahirkan?	Ya	Tidak
7.	Apakah anda pernah mengalami kecelakaan lalu lintas/tamparan di telinga/terbentur dan luka di kepala yang mengakibatkan keluar darah dari telinga?	Ya	Tidak
8.	Apakah anda pernah menderita penyakit seperti darah tinggi, kolesterol tinggi, TBC, radang otak, atau radang selaput otak?	Ya	Tidak
9.	Apakah anda pernah mengkonsumsi obat-obatan yang menurut dokter berpengaruh terhadap pendengaran anda? Seperti obat TBC, Kina, dan obat aminoglikosida?	Ya	Tidak
10.	Apakah anda bekerja ditempat yang terpapar kebisingan?	Ya	Tidak
11.	Apakah Anda mengalami batuk pilek atau flu dalam 3 hari ini?	Ya	Tidak

Pemeriksaan THT Rutin

Yang diperiksa	Kanan	Kiri
1. Telinga		
<ul style="list-style-type: none"> - Daun Telinga - Liang Telinga - Membran Timpani 		
2. Hidung		
<ul style="list-style-type: none"> - Kavum Nasi - Septum Nasi - Konka Inferior 		
3. Tenggorok		
<ul style="list-style-type: none"> - Tonsil - Faring 		

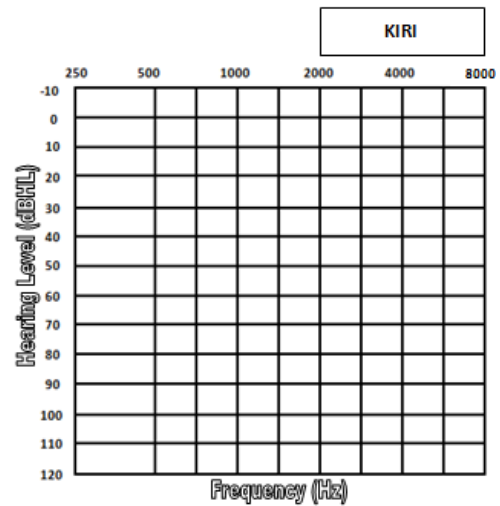
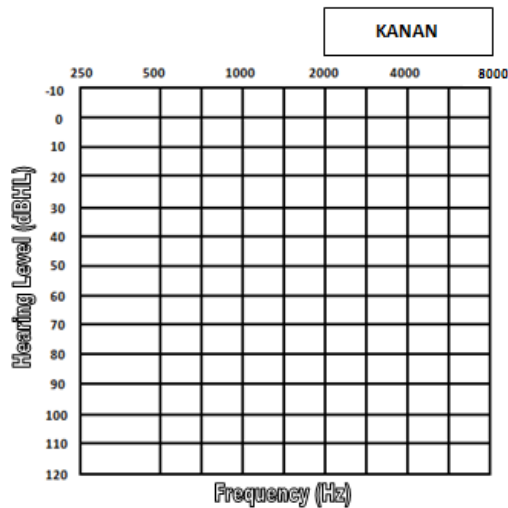
Hasil Laboratorium

Nilai kadar HbA1c :

Pemeriksaan Audiometri

Nama : _____

Umur : _____ thn Tanggal : ____/____/____



Ambang dengar (AD) = $\frac{AD\ 500\ Hz + AD\ 1000\ Hz + AD\ 2000\ Hz + AD\ 4000\ Hz}{4}$
 = _____ Hz + _____ Hz + _____ Hz + _____ Hz
 = _____ dB

Ambang dengar (AD) = $\frac{AD\ 500\ Hz + AD\ 1000\ Hz + AD\ 2000\ Hz + AD\ 4000\ Hz}{4}$
 = _____ Hz + _____ Hz + _____ Hz + _____ Hz
 = _____ dB

Derajat Gangguan Pendengaran Audiometri menurut WHO

0 – 25 dB	Normal
26 – 40 dB	Tuli Ringan
41 – 60 dB	Tuli Sedang
61 – 80 dB	Tuli Berat
> 80 dB	Tuli Sangat Berat

Interpretsi

Telinga	Derajat Gangguan Pendengaran
Kanan	Normal / Ringan / Sedang / Berat / Sangat Berat *
Kiri	Normal / Ringan / Sedang / Berat / Sangat Berat *

**lingkari salah satu*

Lampiran 7. Data Responden Penderita DM Tipe 2

NO.	Inisial	Usia (thn)	Jenis Kelamin	Durasi Penyakit (thn)	HbA1c (%)	Gangguan Pendengaran			
						Telinga Kanan		Telinga Kiri	
						Jenis	Derajat	Jenis	Derajat
1	SY	49	L	< 5	11,2	SNHL	S	SNHL	S
2	SK	60	P	≥ 5	6,2	N	N	N	N
3	DF	65	L	≥ 5	7,8	SNHL	S	SNHL	S
4	BK	59	P	< 5	6,5	SNHL	S	SNHL	S
5	SM	60	L	≥ 5	9,5	SNHL	N	SNHL	R
6	ISM	56	P	≥ 5	9,6	SNHL	S	SNHL	S
7	SD	60	L	≥ 5	12,8	SNHL	S	SNHL	S
8	RS	62	L	≥ 5	8,0	SNHL	S	SNHL	R
9	MG	59	L	< 5	9,7	N	N	N	N
10	JSP	61	L	< 5	5,8	N	N	N	N
11	NR	62	P	≥ 5	9,8	SNHL	S	SNHL	R
12	IRS	51	P	≥ 5	10,2	SNHL	B	SNHL	S
13	NA	57	P	< 5	5,2	N	N	N	N
14	KL	60	P	≥ 5	6,4	SNHL	S	SNHL	S
15	SN	65	P	≥ 5	6,5	SNHL	R	SNHL	R
16	NY	63	P	≥ 5	12,1	SNHL	R	SNHL	R
17	WP	43	P	≥ 5	5,6	SNHL	S	SNHL	S
18	AK	53	P	< 5	12,7	SNHL	R	SNHL	R
19	AD	54	L	≥ 5	8,5	SNHL	B	SNHL	B
20	TCM	59	P	< 5	5,9	N	N	N	N
21	MD	64	P	< 5	6,9	SNHL	S	SNHL	R
22	SP	60	L	≥ 5	9,9	SNHL	S	SNHL	S
23	DA	55	P	≥ 5	5,8	SNHL	S	SNHL	S
24	SO	64	L	≥ 5	8,1	SNHL	R	SNHL	R
25	VP	57	L	≥ 5	6,7	SNHL	S	SNHL	B
26	NS	56	P	< 5	7,6	SNHL	S	SNHL	R
27	RS	57	L	≥ 5	7,9	SNHL	S	SNHL	R
28	HM	43	L	< 5	9,2	N	N	N	N
29	AND	59	L	≥ 5	7,1	SNHL	R	SNHL	R
30	MH	59	P	≥ 5	11,9	SNHL	S	SNHL	S
31	LH	51	P	≥ 5	10,1	N	N	N	N
32	NL	48	L	< 5	12,0	SNHL	S	SNHL	S
33	ANT	47	P	≥ 5	9,2	SNHL	S	SNHL	S
34	RH	54	P	≥ 5	6,0	N	N	N	N

35	IS	44	L	≥ 5	6,5	SNHL	R	SNHL	R
36	AK	58	P	≥ 5	9,8	SNHL	B	SNHL	S
37	DD	55	L	< 5	6,8	N	N	N	N
38	VN	56	P	≥ 5	10,0	SNHL	S	SNHL	S
39	RY	48	P	< 5	9,7	SNHL	S	SNHL	S
40	JS	60	L	≥ 5	8,8	SNHL	S	SNHL	S

Ket: (N)=normal; (R)=ringan; (S)=sedang; (B)=berat; (TN)=tidak normal; (GP)=gangguan pendengaran; (L)=laki-laki; (P)=perempuan; (SNHL)=tuli sensorineural;

Lampiran 8. Data Audiometri Nada Murni Pasien DM Tipe 2

NO	Ini sial	Hasil Audiometri Nada Murni																																
		Telinga Kanan														Telinga Kiri																		
		250 Hz		500 Hz			1000 Hz			2000 Hz			4000 Hz			8 K H z	250 Hz		500 Hz			1000 Hz			2000 Hz			4000 Hz			8 K H z			
		A C	B C	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C	AD	A C	B C	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C	AD	
1	SY	55	30	50	45	-	50	40	-	50	45	-	55	50	-	50	51,25	40	40	45	40	-	45	4	5	-	5	45	-	50	50	-	55	47,5
2	SK	25	25	25	20	-	25	25	-	20	20	-	25	20	-	15	23,75	15	15	25	25	-	30	1	5	-	2	20	-	18	20	-	20	23,25
3	DF	30	30	25	25	-	35	35	-	25	25	-	40	40	-	40	31,25	55	45	55	50	-	40	3	5	-	3	35	-	45	45	-	60	43,75
4	BK	55	30	50	45	-	50	40	-	35	35	-	55	50	-	55	47,5	50	30	50	45	-	40	3	5	-	2	25	-	50	50	-	60	41,25
5	SM	25	20	30	25	-	25	20	-	20	20	-	10	10	-	20	21,25	20	10	25	25	-	25	2	5	-	2	25	-	30	25	-	20	26,25
6	ISM	55	30	55	50	-	45	40	-	55	50	-	45	40	-	60	50	50	40	50	45	-	60	5	5	-	6	55	-	60	55	-	70	57,5
7	SD	55	40	45	40	-	40	40	-	40	40	-	40	40	-	45	41,25	65	40	55	40	-	50	4	5	-	5	45	-	50	50	-	60	51,25
8	RS	50	40	50	50	-	55	50	-	50	50	-	55	50	-	70	52,5	45	40	40	40	-	35	3	0	-	3	25	-	30	25	-	30	33,75

9	M G	15	20	15	20	-	25	25	-	20	25	-	20	25	-	20	20	15	15	20	20	-	20	2	-	2	20	-	25	25	-	25	21, 25
10	JSP	15	15	25	25	-	25	20	-	20	30	-	20	25	-	20	22, 5	15	15	20	20	-	20	2	-	2	25	-	30	30	-	30	23, 75
11	NR	60	45	55	40	-	55	40	-	55	55	-	50	46	-	65	53	35	25	35	20	-	35	2	-	3	25	-	40	20	-	40	36, 25
12	IRS	60	45	70	60	-	65	65	-	60	50	-	65	60	-	80	66, 25	60	55	55	50	-	65	6	-	5	55	-	65	65	-	55	60
13	NA	20	18	18	18	-	20	20	-	25	25	-	15	15	-	25	19, 5	20	20	20	20	-	20	2	-	1	15	-	20	20	-	20	18, 75
14	KL	55	35	55	55	-	55	55	-	55	50	-	60	50	-	55	56	50	35	55	50	-	55	5	-	5	50	-	55	50	-	55	55
15	SN	45	35	60	60	-	40	35	-	25	25	-	30	30	-	60	38, 75	40	40	45	45	-	30	2	-	3	25	-	25	25	-	50	32
16	NY	40	35	45	40	-	45	45	-	40	40	-	20	20	-	30	37, 5	40	30	50	40	-	35	3	-	3	30	-	20	20	-	30	33
17	WP	50	35	50	40	-	40	40	-	40	40	-	45	40	-	45	43, 75	60	45	60	50	-	55	4	-	6	55	-	55	50	-	65	57, 5
18	AK	35	35	35	35	-	25	25	-	30	30	-	35	35	-	50	31	40	35	40	40	-	40	4	-	4	40	-	30	30	-	50	37, 5
19	AD	40	40	50	45	-	55	45	-	70	60	-	75	65	-	90	62, 5	55	40	55	45	-	50	5	-	6	60	-	85	75	-	100	63, 75
20	TC M	20	20	20	20	-	25	20	-	15	15	-	20	20	-	20	20	15	20	15	20	-	25	2	-	2	25	-	20	25	-	20	15
21	M D	60	45	55	50	-	55	50	-	55	55	-	50	50	-	65	53, 75	40	40	50	45	-	30	3	-	2	25	-	40	40	-	75	36, 25
22	SP	55	35	55	55	-	45	35	-	55	45	-	45	45	-	75	50	55	35	45	45	-	40	3	-	4	40	-	40	40	-	80	41, 25
23	DA	45	35	45	45	-	50	45	-	50	50	-	55	50	-	70	50	45	50	45	45	-	55	5	-	5	55	-	60	55	-	55	53,

																						5		5								75	
24	SO	35	35	45	45	-	35	35	-	30	30	-	35	35	-	80	36, 25	40	35	35	35	-	40	3	-	3	30	-	30	30	-	40	33
25	VP	45	40	40	30	-	40	30	-	40	30	-	50	45	-	60	42, 5	60	45	60	40	-	60	4	-	6	45	-	65	50	-	65	62, 5
26	NS	60	45	60	55	-	40	40	-	35	35	-	35	35	-	50	42, 5	60	35	50	50	-	40	4	-	3	35	-	30	30	-	50	38
27	RS	50	40	40	40	-	45	40	-	45	40	-	40	40	-	60	42, 5	45	40	45	40	-	35	3	-	4	40	-	35	30	-	45	38, 75
28	H M	15	20	15	20	-	25	25	-	20	25	-	20	25	-	20	20	20	18	18	18	-	20	2	-	2	25	-	15	15	-	25	19, 5
29	AN D	45	45	40	35	-	30	25	-	20	15	-	15	15	-	20	26	50	40	45	40	-	25	2	-	2	20	-	20	20	-	15	27, 5
30	M H	50	35	40	35	-	45	45	-	50	50	-	45	45	-	60	45	35	25	35	35	-	40	3	-	5	50	-	55	55	-	60	45
31	LH	15	15	15	15	-	25	20	-	20	20	-	20	20	-	25	20	20	20	18	18	-	25	2	-	1	20	-	23	10	-	20	21
32	NL	40	40	40	35	-	45	40	-	40	40	-	60	65	-	65	46, 25	40	35	45	45	-	45	4	-	5	55	-	50	50	-	55	47, 5
33	AN T	55	45	55	50	-	45	45	-	45	45	-	35	30	-	55	45	50	45	50	50	-	50	4	-	4	35	-	55	50	-	70	50
34	RH	15	15	15	15	-	25	20	-	20	20	-	20	20	-	25	20	20	20	18	18	-	25	2	-	1	20	-	23	10	-	20	21
35	IS	45	45	40	35	-	30	25	-	20	15	-	15	15	-	20	26	50	40	45	40	-	25	2	-	2	20	-	20	20	-	15	27, 5
36	AK	60	45	70	60	-	65	65	-	60	50	-	65	60	-	80	66, 25	60	55	55	50	-	65	6	-	5	55	-	65	65	-	55	60
37	DD	20	16	20	20	-	16	16	-	16	16	-	10	5	-	20	15,	18	18	20	20	-	23	2	-	1	18	-	10	10	-	10	17.

																5							0		8								75
38	VN	30	30	30	35	-	35	40	-	45	40	-	60	65	-	60	42, 5	45	40	50	50	-	55	5 0	-	5 5	55	-	60	60	-	60	55
39	RY	30	30	30	35	-	35	40	-	45	40	-	60	65	-	60	42, 5	45	40	50	50	-	55	5 0	-	5 5	55	-	60	60	-	60	55
40	JS	30	30	30	28	-	35	26	-	45	50	-	60	50	-	60	42, 5	45	40	50	35	-	55	5 0	-	5 5	50	-	60	55	-	60	55

Keterangan: AC = *Air Conduction* (dB), BC = *Bone Conduction* (dB), ABG = *Air-Bone Gap* (dB), AD = *Ambang Dengar* (dB)

Lampiran 9. Dokumentasi



Laboratorium Klinik Prodia
 Jl. Lejend S. Paman No. 11223 G, Medan 20153
 Telp. 0614535731, 4534903 Fax. 0614518674
 Korlat Prodia, 1500830
 Peranggung JawaB, Di. H. T. Azhar Johan SpFK

Panggilan DPJS Kes Cab. Utama Medan (Prolaris) - WII (Dokter) : dr. Mayuzalma
 Alamat J. Karya No 135 Medan
 No. Lab / Tgl 2205160099 / 16.05.2022 Jenis Kelamin Perempuan
 (D) Pelanggan 0105-2111 01404 Tgl Lahir / Umur 02-03-1954 / 68 Tahun 2 Bulan
 Nama Pasien Ibu Sri Turtati Telepon 0814560949
 Ref ID

Status hasil

Nama Pemeriksaan	Hasil	Nilai Rujukan	Satuan	Keterangan
KMBA				
HbA1c (NGSP)	9.9 *	< 5.7	%	Metode yang digunakan: Ion Exchange HPLC dan telah terstandarisasi NGSP National Glycohemoglobin Standardization Program) Seseorang pengendalian Diabetes Mellitus = 7% (prediabetes) Cut off Diagnosis - Diabetes = >= 6.5% - Prediabetes = 5.7 - 6.4 %
HbA1c (FCC)	85 *	< 39	mmol/mol	Seseorang pengendalian DM = < 53 mmol/mol (prediabetes) Cut off Diagnosis - Diabetes = >= 48 mmol/mol - Prediabetes = 39 - 46 mmol/mol
Cholesterol Total	221 *	< 200	mg/dL	Dewasa, Kolesterol Total < 200 - 239 Status Baik <= 240 tinggi
Cholesterol LDL Direk	146 *	< 100	mg/dL	Dewasa, Kolesterol LDL < 100 - Optimal, 100 - 129 Marginal Optimal, 130 - 159 Status Tinggi, 160 - 189 Tinggi >= 190 Sangat tinggi
Cholesterol HDL	37 *	>= 40	mg/dL	Dewasa, Kolesterol LDL < 100 - Optimal, 100 - 129 Marginal Optimal, 130 - 159 Status Tinggi, 160 - 189 Tinggi >= 190 Sangat tinggi
Trigliserida	279 *	< 150	mg/dL	Dewasa, Kolesterol Level < 150 - Baik, 150 - 199 Status Tinggi >= 200 - 499 Tinggi >= 500 Sangat tinggi
Urea N	35 *	8 - 23	mg/dL	61 - 90 tahun
Ureum	75 *	17 - 49	mg/dL	Perempuan, Dewasa
Kreatinin	1.86 *	0.50 - 0.90	mg/dL	>= 90 mL/min/1.73 m ² kondisi normal >= 60 - 89 mL/min/1.73 m ² kondisi >= 3 bulan perubahan permanen fungsi ginjal kronis >= 30 mL/min/1.73 m ² stadium >= 3 bulan merupakan adanya penyakit ginjal kronis
eGFR (CKD-EPI)	28		mL/min/1.73 m ²	

RUMAH SAKIT BHAYANGKARA TK-II MEDAN
 BIDDOKKES POLDA SUMATERA UTARA
 Jl. R.H. Wahid Haryani No. 1 Medan 20154
 Telp. 061-6215690, HP. 081301462147, Fax. 061-6220812
 Email: sutbaggers_retri@yahoo.com

NAMA PASIEN LELIHAFNY NO LAB / TGL 5692 / 27 JUNI 2022
 TGL LAHIR / UMUR 02 - 02 - 1978 / 51 TAHUN RM 02.08.83
 JENIS KELAMIN PEREMPUAN LOKITA 0 - 963436.90
 RUANGAN POLIKLINIK

HASIL PEMERIKSAAN TEST GULA DARAH

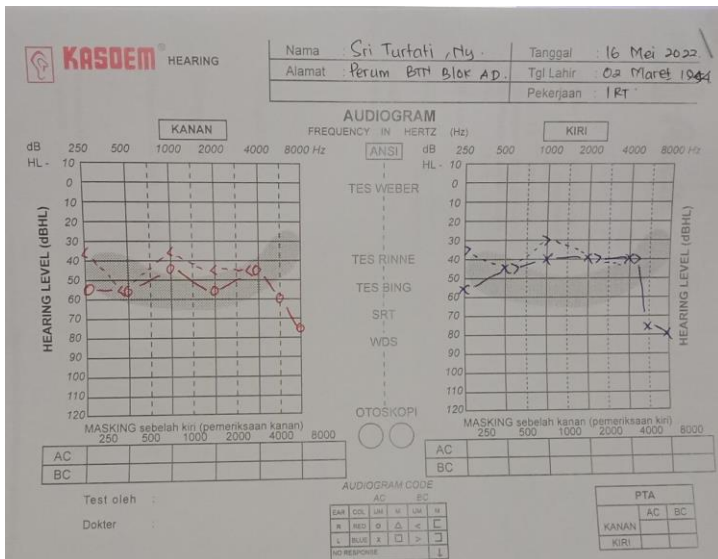
NAMA PEMERIKSAAN	HASIL	NILAI BUKAN	SATUAN	KETERANGAN
HbA1c	10.3 *	4.0 - 6.5	%	NORMAL
		6.5 - 7.0	%	PRE DIABETES
		> 7.0	%	DIABETES

WKT : JAM PENGAMBILAN SPESIMEN : 11.00 WIB

PETUGAS LAB SALAM SELAMAT

SIYARWA

Dr. LARRY S. HUTAGA, Sp.PK
 GAB/IDP/IDPM/IDP/IDR/IDRI/IDRS



HUBUNGAN KADAR HbA1C DENGAN GANGGUAN PENDENGARAN SENSORINEURAL PADA PASIEN DM TIPE 2

Asma Dwi Nantika Sitompul¹⁾, Muhammad Edy Syahputra Nasution²⁾

¹*Faculty of Medicine, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Corresponding Author Muhammad Edy Syahputra Nasution

asmasitompul@gmail.com¹⁾, mhd.edysyahputra@ums.ac.id²⁾

ABSTRAK

Pendahuluan: Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia dan salah satu komplikasi yang dapat disebabkan oleh DM adalah gangguan pendengaran, terutama tuli sensorineural. Pada pasien DM tipe 2 yang HbA1c tidak terkontrol akan mengalami gangguan pendengaran yang mana DM ini sendiri akan merusak saraf pendengaran yang biasa disebut sebagai neuropati saraf pendengaran. Adapun tujuan penelitian adalah untuk mengetahui hubungan antara HbA1c dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan pendekatan *cross-sectional* terhadap 40 pasien DM tipe 2 yang berusia 40-65 tahun dilakukan di Klinik Iman Martubung. **Hasil:** Didapatkan sampel paling banyak adalah perempuan dengan usia 51-60 tahun (62,5%). Hasil pemeriksaan didominasi oleh HbA1C $\geq 6,5$ % dan memiliki gangguan pendengaran sensorineural sebanyak 28 orang (87,5%) dan hubungan antara HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2 dengan teknik analisis menggunakan uji *fisher's exact* dengan nilai ($p=0,008$) didapatkan hasil yang bermakna antara HbA1c dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2. **Kesimpulan:** Pada penelitian ini terdapat hubungan antara HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2.

Kata Kunci: DM Tipe 2, HbA1c, Gangguan Pendengaran, Gangguan Pendengaran Sensorineural

Abstract

Introduction: Diabetes Mellitus (DM) is a metabolic disease with characteristics of hyperglycemia and one of the complications that can be caused by DM is hearing loss, especially sensorineural deafness. In type 2 DM patients whose HbA1c is not controlled will experience hearing loss in which DM it self will damage the auditory nerve which is commonly referred to as auditory nerve neuropathy. The purpose of the study was to determine the relationship between HbA1c and sensorineural hearing loss in type 2 DM patients **Methods:** This study was an analytical study with a cross-sectional approach to 40 type 2 DM patients aged 40-65 years at Iman Martubung Clinic **Results:** The most samples were women aged 51-60 years (62.5%). The results of the examination were dominated by HbA1C 6.5% and had sensorineural hearing loss as many as 28 people (87.5%) and the relationship between HbA1C and sensorineural hearing loss in type 2 DM patients with analytical techniques using Fisher's exact test with a value ($p = 0.008$) showed significant results between HbA1c and sensorineural hearing loss in type 2 DM patients. **Conclusion:** In this study, there was a connection between HbA1C and sensorineural hearing loss in type 2 DM patients.

Keywords: Type 2 DM, HbA1c, Hearing Loss, Sensorineural Hearing Loss

PENDAHULUAN

Pola hidup yang semakin modern saat ini banyak sekali masalah yang berhubungan dengan kesehatan dan pola hidup yang kurang sehat. Hal ini dapat menyebabkan timbulnya berbagai penyakit dan komplikasinya. Salah satunya yaitu, Gangguan pendengaran yang merupakan salah satu dari sekian banyak komplikasi yang dapat disebabkan oleh penyakit diabetes mellitus (DM) tipe 2.¹ Ini terjadi karena adanya kelainan mikroangiopati terutama yang terjadi di pembuluh kapiler stria vaskularis, selanjutnya dapat terjadi pada arteri auditorius internus, modiolus, pada vasa nervosum ganglion spirale dan demielinisasi nervus auditorius.²

Gangguan pendengaran dapat terjadi selama masa hidup dengan onset secara tiba-tiba atau bertahap, dan akan berpengaruh terhadap satu atau kedua telinga. Gangguan pendengaran dapat disebabkan oleh berbagai penyebab seperti trauma, infeksi, sindrom genetik, penuaan, atau paparan kebisingan yang berlebihan, dan perubahan patologis dapat terjadi pada satu atau beberapa daerah sistem pendengaran.³ Gangguan pendengaran ini dapat diklasifikasikan menjadi tuli konduktif, tuli sensorineural, atau campuran. Tuli konduktif biasanya disebabkan oleh adanya obstruksi atau gangguan pada telinga luar dan tengah yang bisa disebabkan oleh adanya impaksi serumen atau otitis media.⁴ Sedangkan tuli sensorineural gangguan pada telinga dalam, yang terdiri dari tuli koklea dan tuli retrokoklea disebabkan oleh proses degeneratif yang terkait penuaan, paparan kebisingan, genetik, paparan obat ototoksik, penyakit kronik seperti DM, hipertensi dan merokok.³

Diabetes Mellitus (DM) yang merupakan kelompok penyakit metabolik

yang ditandai dengan adanya hiperglikemia yang disebabkan oleh gangguan atau defek pada sekresi insulin, kerja insulin, atau bisa keduanya.¹ Hiperglikemia merupakan salah satu kondisi dimana terjadinya peningkatan kadar glukosa dalam darah yang melebihi batas normal.⁵ Selain itu, DM juga bisa ditandai dengan adanya gejala seperti polidipsia, poliuria, polifagia, penurunan berat badan, dan lain sebagainya.⁶

Menurut *World Health Organization* (WHO) penderita DM pada orang dewasa di dunia pada tahun 2014 ada sekitar 422 juta jiwa, mengakibatkan terjadi peningkatan sampai empat kali lipat dibandingkan dengan tahun 1980 yang hanya sebanyak 108 juta orang. Kemudian terjadi peningkatan prevalensi dari 4,7% menjadi 8,5% dari tahun 1980 sampai tahun 2014.⁷ Sedangkan data dari *International Diabetes Federation* (IDF) pada tahun 2017 menyebutkan bahwa ada sekitar 425 juta orang dewasa yang mengalami diabetes. Jumlah ini diperkirakan akan meningkat pada tahun 2040 menjadi 642 juta penderita.⁶

Menurut WHO pada tahun 2012, di dunia ada sekitar 360 juta orang menderita gangguan pendengaran, yang merupakan 5,3% dari seluruh populasi manusia di dunia. Dimana 328 juta atau sekitar 91% adalah orang dewasa yang terdiri atas 183 juta laki-laki dan 145 juta perempuan, sisanya 9% atau sekitar 32 juta orang adalah anak-anak. Prevalensi gangguan pendengaran meningkat seiring bertambahnya usia.² Berdasarkan data dari WHO 180 juta orang yang mengalami gangguan pendengaran berada di Asia Tenggara. Indonesia berada di peringkat ke-4 setelah Sri Langka, Myanmar, dan India.⁹

Penelitian yang dilakukan oleh *National Institute of Diabetes and*

Digestive and Kidney Diseases (NIDDK) mengatakan bahwa penderita diabetes memiliki kecenderungan untuk menderita gangguan pendengaran dibandingkan orang normal. Pada pasien DM tipe 2 yang HbA1c tidak terkontrol akan mengalami gangguan pendengaran yang mana DM ini sendiri akan merusak saraf pendengaran yang biasa disebut sebagai neuropati saraf pendengaran. Sehingga penderita dengan diabetes sebaiknya mendapatkan pemeriksaan pendengaran.⁸ Pada penderita DM tipe 2 Penurunan pendengaran yang biasanya terjadi secara bilateral, berlangsung bertahap, dan bersifat sensorineural.⁹

HbA1C adalah pengikatan non-enzimatik molekul glukosa ke hemoglobin melalui proses glikosilasi pasca-translasi, yang terdapat pada beberapa asam amino HbA yang terdiri dari HbA1a, HbA1b, dan HbA1C. Komponen terpenting dari glikasi hemoglobin pada DM adalah HbA1C, parameter ini digunakan sebagai patokan utama untuk pengendalian diabetes, karena HbA1C dapat menggambarkan kadar glukosa darah dalam kisaran 1-3 bulan, sejak usia sel darah merah dan pengikatan glukosa.¹⁰ Umur HbA1c diperkirakan sekitar 90-120 hari. Oleh karena itu, ini disebut sebagai indikator kontrol glikemik jangka panjang. Peningkatan HbA1c serum (>6,5%) menunjukkan keadaan glikemik yang tidak teratur, sedangkan tingkat yang lebih rendah (<6,5%) selama tiga bulan berturut-turut menunjukkan kontrol glikemik yang positif. Saat ini, *Federal Drug Association (FDA)*, *American Diabetes Association (ADA)*, dan *Canadian Diabetes Association (CDA)* menerima HbA1c sebagai indikator yang disetujui untuk kontrol glikemik jangka panjang.¹¹

Dalam sebuah studi oleh Ooley et al. pada tahun 2017, pada 175 pasien retinopati diabetik yang diketahui nilai HbA1c, terdapat hubungan antara gangguan pendengaran dengan nilai HbA1c dengan derajat retinopati diabetik.^{12,13} Demikian pula, dalam penelitian lain oleh Nagahama et al. 2018, kelompok tes pendengaran pasien dengan nilai HbA1c 7,3 % ke atas menunjukkan hasil yang buruk jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok lain. Dalam studi lain, hubungan antara HbA1c dan gangguan pendengaran pada pasien non-diabetes dinilai dan didapatkan hasilnya terdapat hubungan antara nilai HbA1c yang tinggi dan gangguan pendengaran.^{14,15}

Hubungan antara HbA1c dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2 di Kota Medan yang dipublikasikan. Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai hubungan antara HbA1c dengan gangguan sensorineural pada pasien DM tipe 2.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain *Cross Sectional*, yaitu untuk mengetahui hubungan antara HbA1c dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2. Penelitian dilakukan di Klinik Iman Martubung pada Juli-Agustus tahun 2022.

Populasi adalah seluruh penderita DM tipe 2, sedangkan populasi terjangkau pada penelitian ini adalah seluruh penderita DM tipe 2 usia 40 - 65 tahun yang datang berobat jalan ke Klinik Iman Martubung pada tahun 2022 dengan jumlah sampel 33 orang . Diagnosis DM tipe 2 ditegakkan oleh dokter spesialis penyakit dalam dan pasien Tidak memiliki

riwayat nyeri telinga, gangguan pendengaran yang dibawa sejak lahir, infeksi telinga, trauma kepala atau telinga, trauma akustik, gangguan pendengaran akibat bising penggunaan obat ototoksik seperti anti TBC, Kina, dan golongan aminoglikosida serta tidak memiliki riwayat penyakit sistemik lain yang mempengaruhi fungsi pendengaran seperti: hipertensi, malaria, artritis reumatoid. Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari anamnesis, pemeriksaan audiometri nada murni dan pemeriksaa HbA1c.

Pada penelitian ini menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk* dan jika uji statistik normal maka yang digunakan adalah *chi-square* dan jika uji statistik tidak normal maka yang digunakan adalah *fisher's exact*. Nilai bermakna/signifikan apabila nilai $p < 0,05$.

HASIL

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus tahun 2022, berdasarkan persetujuan Komisi Etik dengan Nomor 812/KEPK/FKUMSU/2022 di Klinik Iman Martubung untuk mengetahui hubungan antara HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM Tipe 2.

Berikut adalah distribusi frekuensi karakteristik sampel berdasarkan usia dan jenis kelamin sampel yaitu :

Tabel 1. Distribusi frekuensi karakteristik sampel

Karakteristik Sampel	Frekuensi	Persentase (%)
Usia		
40-50 tahun	7	17,5
51-60 tahun	25	62,5
61-65 tahun	8	20
Jenis Kelamin		
Laki-laki	18	45

Perempuan	22	55
Total	40	100

Berdasarkan tabel 1, usia sampel paling banyak adalah usia 51-60 tahun sebesar 25 orang (62,5%) dan jenis kelamin yang paling banyak adalah perempuan sebanyak 22 orang (55%).

Berikut adalah hasil pemeriksaan HbA1C pada sampel yaitu :

Tabel 2. Distribusi frekuensi hasil pemeriksaan HbA1C

HbA1C	Frekuensi	Persentase (%)
$\geq 6,5$ %	32	80
$< 6,5$ %	8	20
Total	40	100

Berdasarkan tabel 2, dapat dilihat bahwa hasil pemeriksaan didominasi oleh HbA1C $\geq 6,5$ % dengan frekuensi 32 orang (80%).

Berikut adalah hasil pemeriksaan gangguan pendengaran sensorineural pada sampel yaitu

Tabel 3. Distribusi frekuensi gangguan pendengaran sensorineural

Gangguan Pendengaran Sensorineural	Frekuensi	Persentase (%)
Dijumpai	31	77,5
Tidak dijumpai	9	22,5
Total	40	100

Berdasarkan tabel 3 didapatkan sebagian besar sampel mengalami gangguan pendengaran sensorineural sebanyak 31 orang (77,5%).

Berikut adalah derajat gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM Tipe 2 :

Tabel 4. Distribusi frekuensi derajat gangguan pendengaran sensorineural

Derajat Gangguan Pendengaran Sensorineural	Telinga Kanan n (%)	Telinga Kiri n (%)
Normal	10 (25%)	9 (22,5%)

Ringan	6 (15%)	12 (30%)
Sedang	21 (52,5%)	17 (42,5%)
Berat	3 (7,5%)	2 (5%)
Total	40 (100%)	40 (100%)

Berdasarkan tabel 4, dapat dilihat derajat gangguan pendengaran sensorineural pada telinga kanan yang paling banyak adalah derajat sedang sebanyak 21 orang (52,5%) dan yang terbanyak pada telinga kiri adalah derajat sedang sebanyak 17 orang (42,5%).

Hasil analisis data pada penelitian ini ditemukan bahwa saat dilakukan uji normalitas dengan *Shapiro Wilk* ($p=0,000$) dijumpai data tidak berdistribusi normal dan uji *chi-square* tidak terpenuhi sehingga digunakan uji *fisher's exact* dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Uji *Fisher's Exact*

HbA1C	Gangguan Pendengaran Sensorineural		Total	Nilai P
	Dijumpai	Tidak Dijumpai		
	$\geq 6,5$ %	28 (87,5%)		
$< 6,5$ %	3 (37,5%)	5 (62,5%)	8	
Total	100%	100%	40	

Berdasarkan tabel 5, hasil uji menggunakan *fisher's exact test* didapatkan nilai p sebesar 0,008 ($p<0,05$) yang berarti bahwa terdapat hubungan antara HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2.

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dijumpai paling banyak adalah usia 51-60 tahun sebesar 25 orang (62,5%) dimana secara keseluruhan pasien menderita DM Tipe 2. Penelitian sebelumnya yang meneliti kejadian DM Tipe 2 di RSUD Dr. Tengku Mansyur Tanjungbalai pada tahun 2016 terhadap 100 sampel didapatkan hasil bahwa usia

terbanyak adalah usia 56-65 tahun sebanyak 40 orang (40%).¹⁶ Sebuah studi juga memperoleh hasil bahwa jumlah pasien dengan diabetes melitus terbanyak pada kelompok usia antara 57-67 tahun (51,2%).¹⁷ Peningkatan risiko untuk kejadian diabetes melitus terjadi pada usia yang lebih dari 40 tahun terjadi akibat mulai terjadinya peningkatan intoleransi glukosa dan proses penuaan yang menyebabkan berkurangnya kemampuan sel β pankreas dalam memproduksi insulin.^{18,19}

Penelitian lain menunjukkan bahwa kejadian gangguan pendengaran dengan DM Tipe 2 dijumpai paling banyak pada usia 56-65 tahun sebanyak 14 orang (48,3%).²⁰ Pada penelitian lain didapatkan usia terbanyak adalah usia 41-50 tahun (56,3%) yang menderita gangguan pendengaran dan DM Tipe 2.²¹ Penelitian oleh Bashar dkk menjelaskan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara usia dan peningkatan kejadian gangguan pendengaran pada penderita diabetes melitus, dimana seiring dengan pertambahan usia pada penderita diabetes melitus tipe 2, memungkinkan gangguan pendengaran juga meningkat.²² Walaupun studi sebelumnya juga menjelaskan bahwa usia lanjut akan menyebabkan penurunan fungsi pendengaran dan memicu terjadinya presbikusis, tetapi bagi penderita diabetes melitus dibawah 50 tahun, gangguan pendengaran ini akan timbul lebih awal. Meskipun usia adalah faktor perancu terhadap kejadian gangguan pendengaran pada penderita diabetes melitus namun diabetes melitus sendiri bertanggung jawab untuk kejadian gangguan pendengaran.²²

Penelitian ini menunjukkan hasil bahwa jenis kelamin yang paling banyak adalah perempuan sebanyak 22 orang (55%) dimana secara keseluruhan menderita DM Tipe 2. Penelitian lain

mendapati hasil bahwa jenis kelamin terbanyak menderita DM Tipe 2 adalah wanita yaitu sebesar 62,1%.²³ Studi sebelumnya juga menunjukkan bahwa sebagian besar wanita menderita DM Tipe 2 sebesar 62%.²⁴ Hal ini terjadi karena wanita lebih berisiko mengidap diabetes melitus karena secara fisik wanita memiliki peluang untuk terjadi peningkatan indeks masa tubuh yang lebih besar. Sindroma siklus bulanan (premenstrual syndrome), pasca menopause yang membuat distribusi lemak tubuh menjadi mudah terakumulasi akibat proses hormonal tersebut sehingga wanita lebih berisiko menderita diabetes melitus tipe 2.^{25,26}

Berdasarkan penelitian sebelumnya didapatkan perempuan dengan diabetes melitus lebih banyak yang mengalami gangguan pendengaran sebesar 62,1% daripada laki-laki.²⁰ Penelitian di India juga mendapatkan hasil perempuan yang mengalami gangguan pendengaran dan menderita DM Tipe 2 lebih banyak daripada laki-laki yaitu sebanyak 23 orang.²⁶ Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan di Swedia dimana gangguan pendengaran kurang terjadi pada perempuan karena adanya hormon estradiol yang bekerja melalui reseptor estrogen beta yang dapat memelihara sistem auditori dari trauma.²⁷ Namun, penelitian menurut Baskhar dkk menjelaskan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara jenis kelamin dengan gangguan pendengaran pada penderita diabetes melitus.²¹

Berdasarkan hasil penelitian ini, didapatkan derajat gangguan pendengaran sensorineural pada telinga kanan dan telinga kiri kebanyakan pada derajat sedang sebanyak 21 orang (52,5%) telinga kanan dan telinga kiri sebanyak 17 orang (42,5%). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pada 31 pasien DM

dijumpai derajat *Sudden Sensorineural Hearing Loss* (SSNHL) kebanyakan pada derajat berat hingga sangat berat sebesar 28 orang (90,3%), sedangkan derajat ringan hingga sedang sebanyak 3 orang (9,7%).²⁸ Penelitian yang dilakukan oleh Naik CS pada tahun 2018 menjelaskan bahwa pada 69 pasien DM Tipe 2 dengan SNHL didapatkan 46,3% normal (16-25 dB), 7,2% menderita SNHL derajat ringan (20-40 dB), 27,5% SNHL derajat sedang (41-55 dB), 14,4% SNHL derajat sedang-berat (56-70 dB) dan 4,6% SNHL derajat berat (71-90 dB).²⁹

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan didominasi oleh $HbA1C \geq 6,5\%$ dengan frekuensi 32 orang (80%). Dan hasil pemeriksaan gangguan pendengaran sensorineural sebagian besar sampel DM Tipe 2 pada penelitian ini mengalami gangguan pendengaran sensorineural sebanyak 31 orang (77,5%). Penelitian yang dilakukan oleh Sharma R pada tahun 2022 mengenai hubungan antara gangguan pendengaran sensorineural dan HbA1C pada 150 pasien diabetes melitus dijumpai 42 orang (28%) yang mengalami SNHL dan 108 orang (72%) tidak dijumpai SNHL.³⁰ Sebuah studi *cross sectional* observasional yang meneliti 100 sampel DM tipe 2 didapatkan 69 pasien mengalami SNHL dan 70 pasien mengalami gangguan vestibular dengan rata-rata kadar HbA1C adalah $9,16 \pm 2,4$.²⁹

Studi di Rumah Sakit Adam Malik Medan pada tahun 2018 meneliti 35 pasien dengan DM Tipe 2 tidak terkontrol ($HbA1C \geq 7\%$), 21 orang (60%) diantaranya mengalami gangguan pendengaran sensorineural dan terdapat 9 orang (24,7%) dengan DM Tipe 2 terkontrol ($HbA1C < 7\%$) mengalami gangguan pendengaran sensorineural.³¹ Gangguan pendengaran merupakan masalah kesehatan masyarakat umum

karena mempengaruhi 5% dari populasi umum dan menyebabkan kerugian fungsional terhadap aktivitas individual. Disebutkan bahwa gangguan pendengaran terkait usia meningkat setelah dekade kelima. Namun, gangguan pendengaran dapat berkembang pada usia lebih dini tergantung pada penyakit metabolik yang mendasarinya. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui penyebab gangguan pendengaran dan mengambil tindakan pencegahan.³²

Diabetes memiliki efek negatif pada hampir semua sistem organ tubuh. Dimana diabetes juga mungkin akan mempengaruhi sistem vestibular dan koklea. Ada sebuah teori yang menjelaskan bahwa gangguan pendengaran terkait diabetes akan berkembang terutama pada suara frekuensi tinggi karena area spesifik frekuensi tinggi dari koklea mungkin lebih rentan terhadap perubahan iskemik karena komplikasi mikrovaskular.¹¹ Studi postmortem pada pasien dengan diabetes yang tidak terkontrol menunjukkan demielinasi pada saraf akustik dan hilangnya sel rambut luar di lipatan basal bawah koklea.³³

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa sampel dengan HbA1C $\geq 6,5\%$ dengan gangguan pendengaran sensorineural sebanyak 28 orang (87,5%) dan menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM tipe 2 dengan nilai $p=0,008$ ($p<0,05$). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Shen Y pada tahun 2021 terhadap 116 pasien dengan *Sudden Sensorineural Hearing Loss* (SSNHL) dimana 31 orang menderita DM dijumpai bahwa HbA1C berkorelasi erat terhadap *Sudden Sensorineural Hearing Loss* (SSNHL) dengan nilai $p=0,002$ ($p<0,05$). Koefisien korelasi spearman pada

penelitian tersebut menunjukkan korelasi positif yang berarti bahwa tingkat HbA1C yang lebih tinggi pada pasien SSNHL akan menyebabkan derajat gangguan pendengaran yang lebih parah. Namun demikian, prognosis SSNHL tidak memiliki korelasi yang signifikan dengan HbA1C ($p>0,05$).^{34,28}

Penelitian yang dilakukan Singh A pada tahun 2022 juga menemukan bahwa terdapat hubungan yang terlihat antara kadar HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural.²⁶ Dalam penelitian lain disimpulkan bahwa ada hubungan yang kuat antara diabetes mellitus tipe 2 dan gangguan pendengaran. Pada diabetes, ditemukan gangguan pendengaran sensorineural, bilateral, derajat ringan sampai berat dan melibatkan ambang frekuensi tinggi. Prevalensi SNHL ditemukan 28% namun, HbA1C ditemukan tidak memiliki hubungan yang signifikan.¹⁶

Beberapa penelitian juga menemukan bahwa risiko gangguan pendengaran meningkat secara progresif dengan meningkatnya kadar HbA1C diatas 5% menunjukkan bahwa kontrol glukosa mungkin berperan dalam perkembangan gangguan pendengaran pada pasien DM. HbA1C karena stabilitasnya, secara klinis diakui sebagai cerminan yang lebih baik dari status glikemik plasma selama 2 hingga 3 bulan terakhir. Untuk setiap 1% kenaikan HbA1C ada peningkatan 37% pada penyakit mikrovaskuler. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengeksplorasi hubungan antara DM dan SSNHL, terutama berfokus pada gangguan mikrovaskular dan menganalisis hubungan antara HbA1C dan SSNHL.^{28,34}

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sumathi et.al didapatkan bahwa diantara 48 pasien dengan HbA1C kontrol buruk (HbA1C $> 7\%$), didapatkan 46 orang

mengalami gangguan pendengaran sensorineural dengan nilai $p < 0,005$ yang berarti bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kadar HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM Tipe 2.³⁵ Beberapa korelasi terlihat antara tingkat keparahan gangguan pendengaran dan HbA1C tetapi tidak sekuat korelasi antara tingkat keparahan gangguan pendengaran dan durasi penyakit. Penting untuk mengingat komplikasi pendengaran DM saat mengevaluasi pasien diabetes, terutama jika penyakitnya sudah berlangsung lama. Evaluasi audiologis rutin dalam kasus tersebut dapat membantu dalam diagnosis dini SNHL sementara kontrol glikemik yang baik dapat mencegah atau menunda terjadinya. Seiring dengan perjalanan penyakit, tingkat gangguan pendengaran terlihat memburuk yang menunjukkan bahwa paparan yang berkepanjangan dan terus menerus terhadap efek patologis DM yang berbahaya memiliki pengaruh yang kuat pada gangguan pendengaran.³⁶

Sebuah studi menjelaskan bahwa terdapat hubungan yang signifikan terhadap gangguan pendengaran sensorineural pada frekuensi tinggi (2000 Hz dan 4000 Hz). Korelasi signifikan antara gangguan pendengaran dengan kontrol glikemik yang dibuktikan dengan HbA1C menunjukkan bahwa gangguan pendengaran sebagai komplikasi diabetes. Gangguan pendengaran termasuk tipe sensorineural karena gangguan pendengaran ditemukan pada konduksi hantaran udara dan tulang. Oleh karena itu patofisiologi melibatkan komponen telinga bagian dalam dan/atau bagian koklea dari saraf vestibulocochlear. Karena gangguan pendengaran sensorineural hanya terjadi pada frekuensi yang lebih tinggi, dapat dikatakan bahwa bagian koklea dari saraf kranial ke-8 tidak terpengaruh. Kemungkinan

patofisiologinya terletak pada komponen telinga bagian dalam. Hal ini menunjukkan keterlibatan pembuluh darah telinga bagian dalam dan/atau stria vaskularis dan/atau sel rambut.^{35,37} Gangguan pendengaran sensorineural ditemukan pada frekuensi yang lebih tinggi mirip dengan Presbikusis sensorik. Pada Presbikusis sensorik terjadi hilangnya elemen sensorik di ujung basal (ujung frekuensi tinggi) koklea dengan keterlibatan neuron yang mengakibatkan gangguan pendengaran sensorineural frekuensi tinggi. Jadi dapat dikatakan bahwa mekanisme gangguan pendengaran pada DM mungkin seperti pada Presbikusis. Hilangnya stria vaskularis tidak dapat dikesampingkan, karena memerlukan tes diskriminasi bicara dan penelitian lebih lanjut perlu dilakukan.³⁷

Sebuah penelitian berhipotesis bahwa gangguan pendengaran terkait diabetes pertama kali mempengaruhi *basal return* koklea. Kemudian segmen apikal koklea rusak setelah adanya peningkatan kadar HbA1C yang berkepanjangan sehingga semua frekuensi akan terpengaruh dalam proses jangka panjang.³⁸ Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa kehilangan pendengaran pada frekuensi yang lebih tinggi terbukti jauh lebih besar pada pasien dengan HbA1C dengan kadar 7,3% atau lebih. Menggunakan nilai HbA1C, kita dapat mengamati bahwa keparahan diabetes atau diabetes yang tidak terkontrol memiliki efek signifikan pada semua pengukuran audiometri.³⁹

KESIMPULAN

Terdapat hubungan antara HbA1C dengan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien DM Tipe 2 dengan hasil pemeriksaan didominasi oleh HbA1C $\geq 6,5$ % dan sebagian besar sampel mengalami gangguan

pendengaran sensorineural pada pasien DM Tipe 2 dengan derajat sedang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Diabetes DOF. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2010;33(SUPPL. 1). doi:10.2337/dc10-S062
2. WHO Global Report on Diabetes. Global Report on Diabetes. *Isbn*. 2016;978:6-86.
3. Ozbilen S. Hearing loss in diabetes mellitus. *Turk Otolarengoloji Ars*. 2015;14(1-2):16-22.
4. Pengelolaan M, Terluar PK, Pada B, Sistem P, Sosioekonomi S, Sistem DAN. Program pascasarjana. Published online 2014.
5. Kazi AA, Blonde L. *Classification of Diabetes Mellitus*. Vol 21.; 2001. doi:10.5005/jp/books/12855_84
6. Kementerian Kesehatan RI. Laporan Riskesdas 2018. *Lap Nas Riskesdas 2018*.2018;53(9):154-165. [http://www.yankes.kemkes.go.id/assets/downloads/PMK No. 57 Tahun 2013 tentang PTRM.pdf](http://www.yankes.kemkes.go.id/assets/downloads/PMK%20No.%2057%20Tahun%202013%20tentang%20PTRM.pdf)
7. Yang W, Liu L, Wei Y, et al. Exercise ameliorates the FGF21-adiponectin axis impairment in diet-induced obese mice. *Endocr Connect*. 2019;8(5):596-604. doi:10.1530/EC-19-0034
8. Riangkam C, Sriyuktasuth A, Pongthavornkamol K, Kusakunniran W, Sriwijitkamol A. Effects of a mobile health diabetes self-management program on HbA1C, self-management and patient satisfaction in adults with uncontrolled type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *J Heal Res*. 2021;ahead-of-p(ahead-of-print). doi:10.1108/jhr-02-2021-0126
9. Nemati S, Hassanzadeh R, Mehrdad M, Kia SS. Hearing status in patients with type 2 diabetes mellitus according to blood-sugar control: A comparative study. *Iran J Otorhinolaryngol*. 2018;30(4):209-218. doi:10.22038/ijorl.2018.25227.1818
10. Yazdanpanah S, Rabiee M, Tahriiri M, et al. Evaluation of glycated albumin (GA) and GA/HbA1C ratio for diagnosis of diabetes and glycemic control: A comprehensive review. *Crit Rev Clin Lab Sci*. 2017;54(4):219-232. doi:10.1080/10408363.2017.1299684
11. Cohen Atsmoni S, Brener A, Roth Y: Diabetes in the practice of otolaryngology. *Diabetes Metab Syndr*. 2019, 13:1141-1150. 10.1016/j.dsx.2019.01.006
12. Nagahama S, Kashino I, Hu H, et al.: Haemoglobin A1c and hearing impairment: longitudinal analysis using a large occupational health check-up data of Japan. *BMJ Open*. 2018, 8:e023220. 10.1136/bmjopen-2018-023220
13. Ooley C, Jun W, Le K, et al.: Correlational study of diabetic retinopathy and hearing loss . *Optom Vis Sci*. 2017, 94:339-344. 10.1097/OPX.0000000000001025
14. Kang SH, Jung DJ, Cho KH, Park JW, Lee KY, Do JY: Association between HbA1C level and hearing impairment in a nondiabetic adult population. *Metab Syndr Relat Disord*. 2016, 14:129-134. 10.1089/met.2015.0092
15. PERKENI. Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia 2015. PB PERKENI; 2015 Diniz T H, Guida H L. Hearing Loss in Patients with Diabetes Mellitus. *Brazilian Journal otorhinolaryngol*. 2009; 75(4): 573-578
16. Purnama M. Perbandingan faktor perilaku suku batak dan suku melayu terhadap angka kejadian diabetes melitus tipe 2 di rsud dr. tengku mansyur tanjungbalai. Program Sarjana Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah

- Sumatera Utara. 2016.
17. Esteghamati A. Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in the adult population of iran national survey of risk factors for non-communicable disease of iran. *Diabetes Care*. 2008;31(1):96–98.
 18. Caspersen CJ, et al. Aging , diabetes , and the public health system in the United States. *American Journal Public Health*. 2012;102(8):1482–1497.
 19. Nursodik M. Hubungan faktor risiko diabetes melitus dengan kejadian diabetes melitus tipe 2 pada karyawan PT. Jasamarga Cabang Belmera tahun 2015. Program Sarjana Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara; 2015.
 20. Wuwung Fm Palandeng O, dkk. Ambang pendengaran rata-rata pada penderita diabetes melitus di poliklinik endokrinologi RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. *Jurnal e-Clinic*. 2015; 3 (1): 26-32.
 21. Bhaskar KN, Chalihadan S, Vasmani R, Rehman CP. Clinical and audiometric assessment of hearing loss in diabetes mellitus. *Int J Sci Stud* 2014;2(4):1-16.
 22. Trisnawati SK, Setyorogo S. Faktor risiko kejadian diabetes melitus tipe II di Puskesmas Kecamatan Cengkareng Jakarta Barat tahun 2012. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*. 2013;5(1):6–11.
 23. RahayuHT, Hudha AM, Umah US. Perbandingan self-awareness pola konsumsi makanan dan olahraga dengan riwayat keluarga memiliki dan tidak memiliki diabetes melitus tipe 2 pada mahasiswa PSIK UMM. *Jurnal Keperawatan*. 2015;6(1):15–26.
 24. Irawan D. Prevalensi dan faktor risiko kejadian diabetes melitus tipe 2 di daerah urban indonesia. Universitas Indonesia; 2010.
 25. Hilawe EH, Yatsuya H, Aoyama A. Systematic reviews differences by sex in the prevalence of diabetes mellitus , impaired fasting glycaemia and impaired glucose tolerance in sub-Saharan Africa : a systematic review and meta-analysis. *Bull World Health Organ*. 2013;91:671–682.
 26. Singh A, et.al. Kour B, Dolma K. Sensorineural hearing loss and type 2 diabetes mellitus : a clinical study. *Journal of Medical Science and Clinical Research*. 2022; 8 (2): 679-682.
 27. Meltser I, Tahera Y, Simpson E, Hultcrantz M, Charitidi K, Canlor B, et al. Estrogen receptor β protects against acoustic trauma in mice. *J Clin Invest*. 2008;188(4):1563-1570.
 28. Shen Y, Zheng Z, et.al. Association of glycosylated hemoglobin A1c level with sudden sensorineural hearing loss: a prospective study. *Frontiers in Endocrinology*. 2021; 12: 1-9.
 29. Naik CS, Tiloo R. Vestibular dysfunction and glycemic control in diabetes mellitus: is there a correlation?. *Indian Journal of Otolaryngology*. 2018; 24 (3): 199-203.
 30. Sharma S, Choudhary R, et.al. Correlation between sensorineural hearing loss and HbA1C in diabetes mellitus patients. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 2022; 9 (1): 958-963.
 31. Anindita R, Adnan A, et.al. Comparison of sensorineural hearing loss degree between controlled and uncontrolled type 2 diabetes mellitus patients. *International Journal of Scientific Study*. 2018; 6 (6): 24-28.
 32. Nemati S, Hassanzadeh R, Mehrdad M, Sajedi Kia S: Hearing status in patients with type 2 diabetes mellitus according to blood-sugar control: a comparative study. *Iran J Otorhinolaryngol*. 2018, 30:209-218.
 33. Teng ZP, Tian R, Xing FL, Tang H, Xu JJ, Zhang BW, Qi JW: An association of type 1 diabetes mellitus with auditory dysfunction: a systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope*. 2017, 127:1689-1697.

- 10.1002/lary.26346
34. Kim MB, Zhang Y, et.al. Diabetes mellitus and the incidence of hearing loss: a cohort study. *International Journal of Epidemiology*. 2017; 46 (2): 717-726.
 35. Sumathi K, Prakash M, et.al. Significance of HbA1C in deafness in type 2 diabetes mellitus. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*. 2012; 24 (24): 59-61.
 36. Tiwari A, Mudhol RS. Prevalence of sensorineural hearing loss among type II diabetes mellitus patients attending KLES Dr, Prabhakar Kore Hospital and MRC: a cross sectional study. *Indian Journal of Health Science and Biomedical Research KLEU*. 2018; 11 (2): 165-169.
 37. Pemmaiah Kd, Srinivas DR. Hearing loss in diabetes mellitus. *International Journal of Collaborative Research on Internal Medicine & Public Health*. 2011; 3 (10): 725-731.
 38. Syahputra Nasution, M. E., & Hajar Haryuna, T. S. (2019). Elevated matrix metalloproteinase-3 level may affect hearing function in patients with rheumatoid arthritis. *Journal of the Chinese Medical Association*, 82(4), 272–276.
 39. Afzal M, Aslam Z, et.al. Hearing loss in diabetic patients linked with glycolyzed hemoglobin A1C. *PJMHS*. 2022; 16 (5): 1120-1

